



I Simpósio Internacional ACAV—Embrapa sobre Nutrição de Aves

17 e 18 de novembro de 1999 – Concórdia, SC

ANAIS



Embrapa

Suínos e Aves



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Agricultura e Abastecimento: Francisco Turra

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA

Diretor-Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Dante Daniel Giacomelli Scolari

Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha

José Roberto Rodrigues Peres

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SUÍNOS E AVES – CNPSA

Chefe Geral: Dirceu João Duarte Talamini

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios: Paulo Roberto Souza da Silveira

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Gilberto Silber Schmidt

Chefe Adjunto de Administração: Claudinei Lugarini

***I Simpósio Internacional
ACAV—Embrapa sobre
Nutrição de Aves***

17 e 18 de novembro de 1999 – Concórdia, SC

Anais



Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Suínos e Aves
BR 153, km 110, Vila Tamanduá
Caixa Postal 21
89.700-000 – Concórdia, SC

Telefone: (49) 442-8555
Fax: (49) 442-8559

Tiragem: 300 exemplares

Tratamento Editorial: Tânia Maria Biavatti Celant

SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV—EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1., 1999, Concórdia, SC. **Anais...**
Concórdia: EMBRAPA–CNPSA, 1999. 129 p. (EMBRAPA–CNPSA. Documentos, 56)

1. Ave – nutrição – congresso. I. Título. II. Série.

CDD 636.5085

ORGANIZADORES

Gilberto V. Vasconcellos (ACAV)

Marcos Fraiha (Coopercentral – ACAV)

Paulo A. R. de Brum (Embrapa Suínos e Aves)

Paulo Sérgio Rosa (Embrapa Suínos e Aves)

DIRETORIA DA ACAV

Diretoria Executiva:

Presidente: Carlos Alberto Gradin

Vice-Presidentes:

- Administrativo: Walter Bampi
- Financeiro: José Carlos Soares Fonseca
- Divisão de Ovos: Fernando Imhof
- Divisão de Frangos: Ari Belini
- Divisão de Matrizes e Pintos: Celso Mattiolo
- Divisão Sanidade: Ricardo Soncini
- Divisão Rações: Gilberto Vasconcellos
- Divisão Equipamentos: Bento Zanoni
- Divisão de Exportação: Sérgio Waldrich

AGRADECIMENTOS

A Comissão Organizadora agradece a colaboração das Áreas Técnicas e de Apoio Técnico e Administrativo que contribuíram para a realização deste evento.

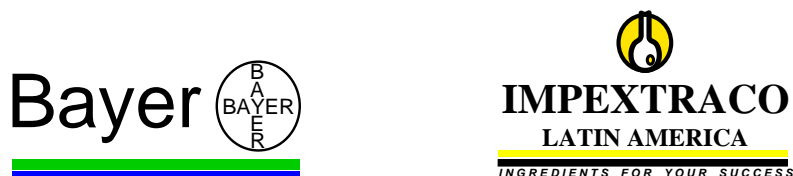
PROMOÇÃO E ORGANIZAÇÃO



PATROCINADORES



APOIO



APRESENTAÇÃO

A Embrapa Suínos e Aves e a ACAV - Associação Catarinense de Avicultura, sensibilizadas com as dificuldades do setor produtivo de aves, promovem o I Simpósio Internacional ACAV-EMBRAPA sobre nutrição de Aves, atendendo ao objetivo maior de contribuir para a atualização dos técnicos que atuam na área e também buscando oferecer para suas empresas conhecimento e maior competitividade.

O que nos motivou para o desafio de realização desse Simpósio foi o sentimento de que na região existe uma lacuna em eventos na área de nutrição avícola. A partir desse, esperamos continuar promovendo outras realizações, buscando sempre fornecer oportunidades de atualização para os técnicos que labutam na área.

Queremos agradecer a todos os patrocinadores, aos palestrantes e todos que apoiaram essa realização, acreditando e depositando seu voto de confiança no nosso trabalho.

Aos participantes, palestrantes e visitantes desejamos uma feliz estada e convívio conosco, esperando que todos tenham plena satisfação e levem a nossa lembrança.

Às chefias da Embrapa e à presidência e vice-presidência de nutrição da ACAV, o nosso muito obrigado pela confiança e apoio incondicional para essa realização.

A Comissão Organizadora

SUMÁRIO

Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração — uma abordagem prática <i>Antônio Apércio Klein, Eng. Agr., M.Sc.</i>	1
Desenvolvimento e Aplicação de Modelos de Crescimento para Frangos de Corte <i>Frank J. Ivey</i>	22
Grãos de valor agregado na produção de rações para aves <i>Gustavo J. M. M. de Lima, Claudio Bellaver</i>	36
Terapias nutricionais para aumentar a produção avícola durante períodos estressantes de alta umidade e altas temperaturas ambientais <i>Chet Wiernusz</i>	47
Variabilidade de Alimento e dos Ingredientes do Alimento: Impacto na performance de frangos e corte e lucro <i>R. H. Fawcett, M. Webster</i>	59
Tendências em nutrição de aves <i>Fernando Rutz, Antônio Mário Penz Jr., Victor F. B. Roll</i>	69
Nutrição de Aminoácidos para Frangos de Corte: Ciência e Realidade Comercial <i>Rob A.H.M. ten Doeschate</i>	102
Impacto da temperatura elevada nos requerimentos de aminoácidos essenciais para frangos de corte e rendimento de carne na carcaça <i>Edwin T. Moran, Jr.</i>	111
Enzimas na nutrição de aves <i>Bart Cousins</i>	118

PONTOS CRÍTICOS DO CONTROLE DE QUALIDADE EM FÁBRICAS DE RAÇÃO — UMA ABORDAGEM PRÁTICA

Antônio Apércio Klein, Eng. Agr., M.Sc.

Frangosul, Monte Negro, RS

1 Introdução

A indústria de rações não foge as regras do mercado cada vez mais competitivo, com margens cada vez menores, o que exige redução de custos sem, no entanto, afetar a qualidade do produto final.

A competição internacional, especialmente para as indústrias exportadoras de carnes, estão constantemente submetidas a regras comerciais e barreiras de diferentes tipos. Além disto, no mundo inteiro, existem movimentos ambientalistas e a ISO 14000 em plena implementação, pelo menos nos países mais desenvolvidos, o que exigirá cada vez mais produtos naturais e livres de contaminações. Portanto, o desenvolvimento de técnicas que visem melhorar a competitividade deve ser visto com muita atenção e cuidado. Neste sentido, diagnosticar os riscos e controlar os pontos críticos no processo de produção é uma ferramenta indispensável.

Para fazer uma análise dos pontos críticos, precisamos, em primeiro lugar, estabelecer o que queremos (os objetivos) e, após, estabelecer um plano de ação.

Poderíamos, então, começar perguntando: O que precisamos para fazer uma boa ração?

- **Nutrição:** Uma boa fórmula
- **Suprimentos:** Aquisição de matérias-primas de qualidade. Para garantir isto, devemos ter padrões para a aquisição, fazer uma boa amostragem na chegada e avaliar os padrões no laboratório
- **Produção:** Ter uma boa fábrica (um bom processo). Isto significa que ela seja capaz de preservar a qualidade das matérias-primas e conseguir traduzir fielmente a fórmula em ração

Uma fábrica deve ter também FLEXIBILIDADE para receber, beneficiar e estocar matérias-primas; para permitir o uso de matérias-primas alternativas e no processo produtivo como um todo.

De que depende uma boa fábrica?

1. De um bom projeto: Um bom projeto depende da Diagramação Técnica, do estudo do fluxograma e do lay out, visando basicamente:
 - A simplicidade/a racionalidade.
 - A operacionalidade.
 - Ser o mais retilíneo possível.

- Permitir o trabalho multifuncional.
 - Facilitar a visibilidade.
 - Atentar para a flexibilidade, a velocidade e a confiabilidade.
 - A microbiologia.
 - Permitir a rastreabilidade completa.
 - Eliminar a contaminação cruzada, etc.
2. Máquinas e equipamentos que garantem as intenções do projeto
 3. Uma boa administração

A questão vital é formar e manter uma boa EQUIPE DE TRABALHO. Além disto, ter manuais orientativos que definam: que, onde, quando, como, quem (manuais de procedimentos, manual de padrões, manual de limpeza, organização e desinfecção e manual para segurança no trabalho). Usar outras ferramentas gerenciais como, por exemplo, diagnóstico dos riscos e controle de pontos críticos de processo, que é o tema deste trabalho.
 4. Automação: Nos dias atuais, não é admissível discutir uma fábrica de ração sem automação, no mínimo, da dosagem e da mistura

2 Elaboração do roteiro de inspeção

Precisamos ter alguns cuidados na elaboração do roteiro de inspeção.

1. É preciso determinar os objetivos da empresa e em função deles a importância de cada ponto crítico. Neste sentido, podemos afirmar que cada roteiro será único, ou seja, cada empresa terá o seu em função dos seus objetivos.
2. Sempre envolver as pessoas de cada setor na elaboração do roteiro. Sem isto não teremos co-responsabilidade e comprometimento.
3. O sentido do roteiro deve ser da Área Limpa para a Área Suja.
4. A ênfase deve ser dada na solução do problema e não apenas no diagnóstico.
5. O objetivo nunca deve ser achar culpados. As pessoas ficarão com medo de se expor e não ajudarão na solução dos problemas.
6. O roteiro deve ser claro e objetivo, centrado nos pontos críticos do processo. Deve ser feito por área ou setores facilmente identificáveis (por células de produção).
7. De preferência ter uma grade com os pontos críticos ou ter um roteiro escrito.
8. Sempre dar retorno (Feedback) a todas as pessoas envolvidas.

3 Sugestão para a implementação de um roteiro para diagnóstico e controle de pontos críticos

1. Estabelecer os objetivos (metas).
2. Formar uma equipe:
No nosso entender, a formação e manutenção da equipe que irá conduzir o processo é fundamental. A participação deve ser ampla, especialmente na discussão e avaliação dos pontos críticos. Se bem conduzida, esta etapa, servirá como uma excelente oportunidade de treinamento: “qualidade se produz e não se controla”. As pessoas devem estar identificadas com o problema e devem querer assumir a responsabilidade para si.
3. Descrever os processos e elaborar os roteiros, eventualmente, dos manuais.
4. Estabelecer controles para os pontos críticos (plano de ação). Sempre procurar agir na causa e não no efeito.
5. Estabelecer planos corretivos.
6. Revisar constantemente. Este processo deve funcionar como uma espécie de PDCA. É um processo de melhoria contínua.
7. Feedback.

Observação: Considera-se que é ou seria interessante se houvesse, periodicamente, uma auditoria externa (por alguém de fora da fábrica) para a checagem do programa.

4 Sugestão para o grupo de coordenação do trabalho

- Um organizador/coordenador.
- Especialistas da produção.
- Especialista em processos.
- Microbiologista.
- Nutricionista.
- Operários envolvidos.

5 Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração

Abordaremos, neste trabalho, os pontos críticos do controle de qualidade no processo. No entanto, não podemos deixar de lembrar a importância dos controles laboratoriais e a importância da coleta das amostras, porém, por serem assuntos tão extensos e significativos, seria desvio de foco abordar estes dois temas, neste artigo.

É necessário que se tenha um laboratório mínimo para checar os pontos críticos de contaminação do processo. Devemos, também, enfatizar que as amostras mal coletadas e/ou mal manuseadas para os objetivos propostos, podem comprometer todo o trabalho.

5.1 Pontos críticos na recepção/beneficiamento e estocagem de cereais à granel

Como já dito, anteriormente, não adianta querer controlar processos mal dimensionados ou mal projetados. Por isso, julgamos que as seguintes condições mínimas devem ser observadas numa estrutura de recepção, beneficiamento e estocagem de cereais:

- Os silos de estocagem devem ser pequenos (não maiores do que três mil toneladas) e bem projetados.
- As capacidades de recepção e de beneficiamento devem ser compatíveis com a capacidade da fábrica.
- Os silos devem ter termometria e aeração, preferencialmente monitorados automaticamente.
- Ter instalado uma mini-estação meteorológica próximo a estrutura de armazenamento a fim de permitir o uso da curva psicométrica.
- Deve ser possível monitorar o ensilamento via sinóptico com sensores indicando as rotas para evitar erros de ensilamento (permitir visualizar o fluxo, posição de carrinhos, etc).

Respeitados estes pontos básicos, podemos, então, relacionar os principais pontos críticos de processo para esta célula:

Presença de impurezas: As impurezas afetam o comportamento da massa de grãos dentro dos silos. Por isto a sua remoção é vital para que a aeração, por exemplo, funcione bem. Portanto, a capacidade e a qualidade do beneficiamento das máquinas de limpeza são pontos críticos. A quirela, para a aeração, é uma impureza.

Umidade: Existem limites bem conhecidos de tolerância para o teor de umidade para o armazenamento em função da situação e da condição específica. Monitorar e observar estes limites é fundamental. Outro aspecto crítico, em relação à umidade, é a secagem. Embora todos saibam disto, na prática, muitos não respeitam os limites máximos de temperatura de secagem de 110 a 120°C.

Presença de roedores, pássaros, insetos e microorganismos: Eliminá-los é, praticamente, impossível, mas devemos ter padrões e um plano de controle para eles.

Ensilamento: A mistura de matérias-primas é muito mais freqüente do que se imagina. Se o fluxo é acertado, automaticamente, os riscos se reduzem. Como já alertado acima, os fluxos devem ser bem sinalizados.

Controle da termometria e aeração: A leitura da temperatura deve ser automática e, preferencialmente, todo o sistema. A aeração, mesmo sendo manual, deve respeitar a curva psicométrica.

Acúmulo de pó e equipamentos batendo (desalinhados): Estes dois fatores são importantes para evitar explosão de pó.

Goteiras e infiltrações: Silos, moegas e poços mal vedados, assim como coberturas (telhados) mal feitas, são desastrosos.

Tempo de estocagem: Quanto menor melhor. O tempo de estocagem varia em função das condições de armazenamento e da qualidade das matérias-primas.

Pessoas responsáveis: É fundamental que as pessoas que cuidam da estocagem tenham conhecimento (preferencialmente alguma formação técnica) e sejam responsáveis.

Organização e limpeza: Condição essencial para que haja espírito de cooperação e para que os demais pontos críticos sejam observados.

5.2 Pontos críticos no recebimento e estocagem de líquidos

- Capacidade de recepção e estocagem: A capacidade de recepção é vital para evitar perda de tempo das transportadoras e a estocagem deve ser compatível com o tamanho e localização da fábrica. Isto é definido na diagramação técnica.
- Controle da temperatura: Especialmente importante para gorduras e melaço. Deve ser suficiente para que a viscosidade não impeça a pulverização e não esquite a ponto de provocar perdas nutricionais. Como média, podemos usar temperaturas entre 40 e 50°C para as gorduras.
- Ensilamento: A recepção e o ensilamento deve ter sinalização suficiente para tornar o fluxo visível, a fim de minimizar o risco de erro no acerto das rotas.
- Diques de Contenção: Os tanques devem ser cercados com paredes (diques) de contenção, para evitar que o líquido (gordura, lisina, metionina, ácido orgânico, etc), em caso de vazamento, corra para lagos ou rios. Isto será desastroso sob o ponto de vista econômico e ambiental.

5.3 Pontos críticos na estocagem de ensacados

A estocagem de ensacados é uma operação relativamente simples e segura, mas nunca é demais lembrar alguns pontos críticos que devem ser observados:

- Tudo deve ser colocado sobre estrados com ventilação por baixo.
- As pilhas devem ser bem identificadas para evitar trocas no ensilamento.
- Deve haver um controle rigoroso de roedores e de pássaros.
- A organização e limpeza das pilhas é fundamental.
- As pilhas devem estar afastadas das paredes, no mínimo, 50 cm.
- emissão: “O que entra primeiro sai primeiro”.

5.4 Pontos críticos no ensilamento

Os erros de ensilamentos, nas fábricas de rações, são muito mais freqüentes do que a maioria das pessoas imagina. Como é uma operação simples, normalmente, não é feita com a devida atenção. Os erros de ensilamento são desastrosos porque impossibilitam qualquer acerto posterior, a não ser retirar as matérias-primas ou as rações misturadas.

Principais causas dos erros de ensilamento:

- Erro no ajuste de rotas: O risco é maior em rotas não automatizadas e neste caso, devem ser criadas normas claras e por escrito de como fazer isto. Um critério poderia ser, por exemplo, um operador acertar a rota e outro conferir no sinóptico.
- Vazamentos em caixas e registros.
- Deficiência na sinalização das rotas e falha em alarmes. Sensores mal instalados ou impróprios.
- Equipamentos não autolimpantes. É o caso, por exemplo, dos redlers sem as canecas para retorno do produto. Muitas vezes se instala neles o famoso “ladão”.
- Troca de silos de matéria-prima ou de rações: É muito comum um supervisor ou operador de um turno trocar uma matéria-prima ou uma ração de silo e esquecer de avisar os do outro turno.

Voltamos a insistir sobre a importância deste item, pois muitos gerentes e supervisores, em função da aparente obviedade do processo de ensilamento, não se preocupam devidamente com esta operação.

5.5 Pontos críticos na dosagem

A dosagem, sem dúvida, é um dos grandes problemas observado nas fábricas de ração. Percebe-se que, normalmente, são erros de projeto e resultantes de uma diagramação mal feita. Não é objetivo deste artigo discutir a dosagem, mas colocamos abaixo alguns requisitos.

5.5.1 Silos de dosagem

- Precisam ser em número suficiente, pois determinam a flexibilidade da fábrica. O número de silos é definido na diagramação técnica a partir das fórmulas e do número de componentes nelas incluídos. Projeta-se, além desta necessidade, uma folga de um ou dois silos por balança.
- Tamanho dos silos: depende, dentre outros fatores, da quantidade diária usada, da política de estoques e de compra de matérias-primas, da capacidade de recepção,...
- Projeto do silo: os silos devem ser projetados baseados nas características físicas dos produtos que nele serão dosados (forma e tamanho das partículas, ângulo de repouso, umidade, densidade, fluidez, adesividade,...), a fim de proporcionar um fluxo contínuo na descarga, sem acúmulo nos cantos.

Pontos críticos em relação aos silos de dosagem

- Limpeza: A parte mais crítica de um silo é sempre a parte superior. A experiência nos leva a crer que os silos devem ser varridos, pelo menos duas vezes por semana, até a altura do produto. Uma vez por mês, totalmente esvaziados, limpos e desinfetados.
- Microbiologia: A limpeza e desinfecção periódica deve ser acompanhada por SWAB's para verificar o status microbiológico. A frequência de limpeza e desinfecção pode variar de fábrica para fábrica.

5.5.2 Elementos de dosagem (roscas, válvulas, etc)

Pontos críticos de projeto (diagramação)

- Cálculo do ciclo: Frequentemente, a dosagem constitui o gargalo da fábrica. Por isto, na diagramação, devemos considerar o tempo efetivo que temos para fazer a dosagem.
- Dimensionamento dos elementos de dosagem: Definidos os tempos, podemos dimensionar os elementos de dosagem. Em fábricas de grandes volumes de produção ou em fábricas que usam fórmulas milho e soja, frequentemente, não é permitido o uso de, somente, roscas dosadoras. Devido a grande quantidade de produto a ser dosado, deve-se recorrer a outras alternativas como, por exemplo, as válvulas de dosagem. Roscas acima de 300 mm de diâmetro não são recomendadas, pois não permitem precisão. Após feitos os

cálculos dimensionais, deve-se fazer simulações matemáticas para confirmar o dimensionamento achado.

- Automação e uso de conversor de frequência: Não é possível obter grandes volumes de produção com precisão sem o uso de conversores de frequência e para poder usá-los é preciso automatizar. Portanto, não podemos abrir mão da automação da dosagem.
- Queda livre: É preciso evitar, ao máximo, a queda livre dos produtos entre o elemento dosador e a balança de dosagem. Embora existam recursos na automação para considerar ou monitorar o produto em queda livre, nada custa deixar o mínimo de transição.

Pontos críticos nos elementos de dosagem

- Organização, limpeza e desinfecção: como qualquer outra parte da fábrica, os elementos de dosagem também precisam ser limpos e desinfetados periodicamente.
- Queda de produto após parada: é muito comum continuar caindo produto após terminada a pesagem, especialmente em roscas de dosagem e quando não usado conversor de frequência. Este fato, se não controlado, pode gerar contaminação cruzada.
- Testes de dosagem: Para garantir uma boa dosagem é necessário fazer, periodicamente, testes de dosagem por elemento dosador.

5.5.3 Balanças de dosagem

Pontos críticos de projeto (diagramação)

- Número de balanças: o número de balanças de dosagem vai depender basicamente do ciclo de produção (quantos minutos por batch) e do número de silos e elementos de dosagem requeridos. É preciso fazer os cálculos e, em seguida, fazer simulações matemáticas.

Regra básica:

1ª balança de dosagem = tamanho do batch.

2ª balança de dosagem = menor componente que nela pode ser dosado é igual a 1% do tamanho do batch.

3ª balança de dosagem = menor componente que nela pode ser dosado é igual a 0,1% do tamanho do batch.

Exemplo: Uma fábrica com um batch de 4.000 kg:

1ª BD = 4.000 kg

2ª BD = $4.000 \times 1\% = 40$ kg; logo $y = 0,04 \cdot x$; $\frac{40}{0,04} = x = 1.000$ kg

3ª BD = $4.000 \times 0,1\% = 4$ kg; logo $\frac{4}{0,04} = x = 100$ kg

Observação: Esta regra só serve como referência, pois, talvez, duas balanças sejam suficientes ou, de repente, sejam necessárias quatro ou cinco balanças para componentes sólidos.

- Respeitar precisão: Para obter uma boa precisão é necessário respeitar o menor componente que pode ser dosado numa balança.

Regra básica: $y = 0,04 \cdot x$, onde:

y = menor componente

x = capacidade da balança

Logo, numa balança de 2.000 kg poderíamos dosar como menor quantidade (menor componente) 80 kg.

Pontos críticos nas balanças de dosagem

- As balanças devem ser incluídas no plano de limpeza e desinfecção, como qualquer outro elemento da fábrica, visando minimizar as contaminações.
- Vazamento em comportas: As balanças podem causar contaminação cruzada.
- Aferição das balanças: As balanças devem ser aferidas com pesos padrões, no mínimo, uma vez por semana, por pessoas da fábrica e, pelo menos uma vez a cada semestre, por uma empresa especializada.

5.6 Pontos críticos na moagem

Os objetivos básicos da moagem são:

- Auxiliar no processo de mistura: Quanto mais uniforme forem as partículas dos componentes a serem misturados, maior será a chance de obter uma boa mistura. Portanto, a granulometria do produto moído é um fator de mistura.
- Auxiliar no processo de peletização: Quando a ração é peletizada, parece não haver muita discordância em relação ao diâmetro médio das partículas do produto moído, que neste caso, deve ficar entre 500 e 700 microns. Na peletização, quanto menor o diâmetro das partículas, maior será a superfície de contato. Por consequência, maior será a ação do vapor e, assim, maior será a gelatinização, a plastificação, etc.
- Auxiliar no processo de digestão: Quando a ração não é peletizada, existem diferentes opiniões em relação ao diâmetro médio das partículas, mas a grande maioria defende que o tamanho das partículas deve variar em função da espécie e estágio de crescimento do animal.

Pontos críticos no processo de moagem

- Capacidade dos moinhos: É comum o processo de moagem ser o gargalo da fábrica. Por esta razão, os critérios de granulometria não são obedecidos e, por consequência, comprometem as etapas subsequentes.
- Limpeza, organização e desinfecção: Como qualquer outra parte da fábrica, os elementos de moagem (moinhos, pulmões, plenum...) também precisam ser limpos e desinfetados periodicamente.

- **Medição da granulometria:** É extremamente importante fazer 4 a 5 avaliações da granulometria dos moinhos por dia, para verificar se o produto está sendo moído dentro dos padrões. O custo da moagem é alto, por isto não é nada interessante moer fino demais. As avaliações periódicas da granulometria podem nos ajudar a diagnosticar problemas como deslocamento de peneiras ou mesmo peneiras furadas. A granulometria deve ser avaliada no laboratório e deve-se aproveitar os resultados para montar a curva granulométrica.
- **Alimentação dos moinhos:** Se a moagem é conjunta, deve ser automática.
- **Exaustão/aspiração:** Os moinhos devem ter aspiração por várias razões. As duas principais são: aumento de produção e resfriamento do produto. Quando a aspiração não é bem dimensionada, ocorre o aquecimento anormal do produto moído, e por conseqüência, ocorrem condensações nos silos e transportadores. Isto gera graves conseqüências microbiológicas.
- **Umidade do produto a ser moído:** Quanto maior a umidade do produto a ser moído, maior será a perda de água no processo de moagem (o que irá gerar mais condensações) e mais energia será gasta (a cada 1% de incremento na umidade do produto a ser moído teremos um aumento de $\pm 7\%$ no consumo de energia).
- **Outros pontos críticos:** Desgaste dos martelos, distância entre martelos e peneira, tipo e dimensões dos martelos, tipo de formulação (tipo e quantidade dos componentes que compõem a receita), etc.

5.7 Pontos críticos da mistura

A mistura é uma das fases de processo mais decisivas na produção. Três são os requisitos fundamentais para um bom misturador:

1. Qualidade da mistura.
2. Resíduo remanescente após a descarga do misturador.
3. Não vazar na comporta.

5.7.1 Qualidade da mistura

A qualidade da mistura é avaliada através de um elemento traço, chamado indicador. Este indicador pode ser especialmente adicionado à mistura, por exemplo, violeta de metila, micro-tracer, grafite, ... ou pode ser analisado um elemento da própria ração, como manganês. Não é recomendado usar o sal moído como indicador, porque, como veremos mais adiante, o diâmetro médio das partículas é muito grande, podendo uma partícula fazer muita diferença.

Devem ser coletadas, no mínimo, dez amostras no misturador independente do tamanho do misturador.

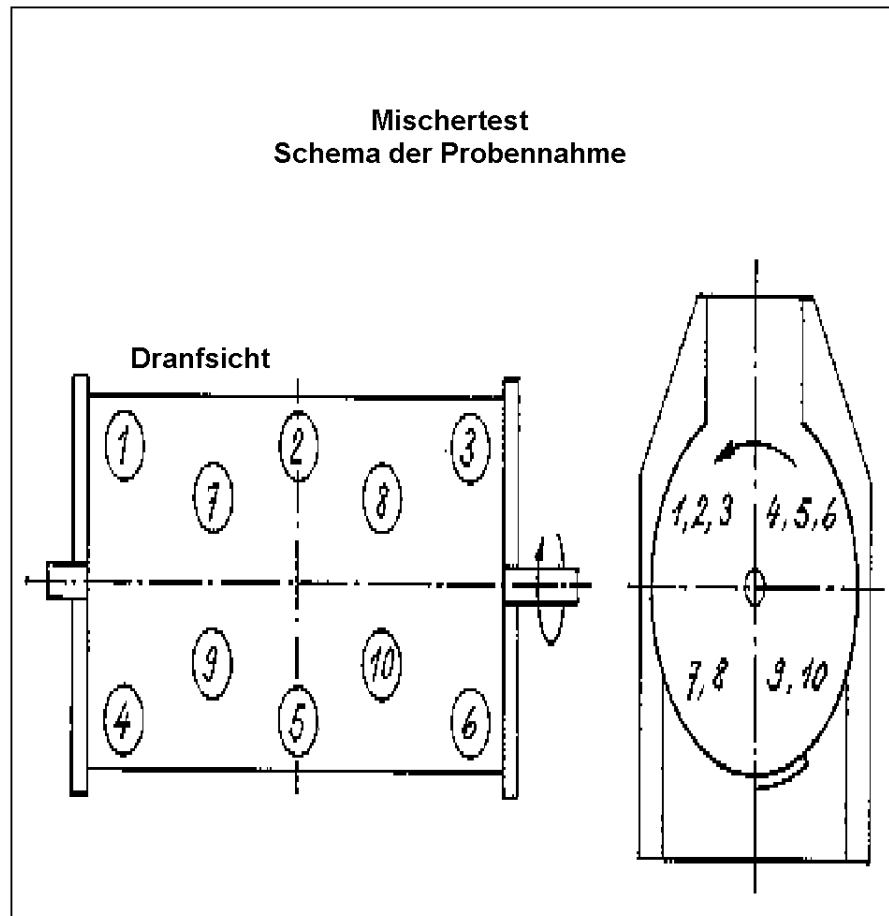
Na análise do indicador, é largamente aceito um coeficiente de variação (CV) não superior a 10%, mas segundo o Swiss Institute of Feed Technology, não deve ser superior a 5%.

Na avaliação da qualidade da mistura, devem ser feitas de três a cinco repetições.

Alguns cuidados na avaliação da qualidade da mistura

1. Coleta e manuseio das amostras:

A coleta de amostras é decisiva. As amostras devem ser coletadas, no mínimo, em 10 pontos diferentes do misturador, com um calador especial. Ver esquema abaixo.



Fonte: *Swiss Institute of Feed Technology*

As amostras devem ser manuseadas com muito cuidado e sem misturá-las (agitá-las), pois queremos avaliar a qualidade da mistura do misturador e não do amostrador ou do laboratorista.

Observação importante: O misturador deve sempre estar bem aterrado. Se o elemento traço for um mineral e o misturador não estiver devidamente aterrado poderemos ter problemas.

2. Tamanho das amostras:

A idéia básica é que se avalie a quantidade que um animal pequeno consome por dia, ou seja, mais ou menos 10 gramas, pois em 10 gramas deveríamos encontrar todos os nutrientes indispensáveis para o animal. Obviamente que

as amostras que coletamos devem ser maiores e podem variar de 100 a 200 gramas.

3. Número de amostras:

De 10 a 20 amostras, dependendo do tamanho do misturador.

4. Número médio de partículas de indicador que devem estar contidas numa amostra de ração a ser analisada.

$$s = N^{1/2}$$
$$V = \frac{s \times 100}{N} = \frac{N^{1/2} \times 100}{N} = \frac{100}{N^{1/2}}$$
$$V^2 = \frac{10.000}{N}$$
$$N = \frac{10.000}{V^2}$$

s = desvio padrão

V = coeficiente de variação

N = nº médio de partículas de indicador em uma amostra.

Logo, se partirmos do pressuposto de que queremos um coeficiente de variação de 5%, teremos: $N = 10.000/25 = 400$ partículas por amostra, ou seja, se quisermos conseguir avaliar um coeficiente de variação de 5% precisamos, no mínimo, 400 partículas por amostra analisada. Desta forma, num batch de 1.000 kg precisaríamos ter 40 milhões de partículas do indicador.

$$N_{1000} = \frac{400 \times 1.000.000}{10g} = 40.000.000 \text{ de partículas}$$

Observações:

- Segundo Swiss Institute of Feed Technology, o resultado do coeficiente de variação não tem sentido sem que seja dado o tamanho da amostra e o número de partículas por amostra.
- Como a violeta de metila tem partículas com diâmetros médios de 10 μ m e o sal moído em torno de 350 μ m, concluímos que 10 gramas de violeta de metila tem o mesmo número de partículas que 5 kg de sal moído. Este fato complica o uso do sal como indicador.
- Para não comprometer a qualidade da mistura, lembre-se que existem algumas diferenças entre os misturadores de pás e os de helicóides.

	Misturador de Pá	Misturador de Helicóides
Adição de Premix	Somente no meio	Pode em toda extensão
Carga mínima	20%	60%

5.7.2 Resíduo remanescente após a descarga do misturador

Não deve ser maior que 0,2% da capacidade do misturador.

As principais causas deste problema são:

- misturador mal construído;
- desgaste das pás/dos helicóides e/ou do corpo do misturador;
- adição errada dos líquidos;

5.7.3 Não vazar na comporta

Estes dois últimos requisitos são vitais para evitar contaminações 1 cruzadas.

Pontos críticos na célula da mistura:

- Avaliação correta dos requisitos de um bom misturador descritos acima. É recomendado que a qualidade da mistura seja avaliada duas vezes por ano, os resíduos quatro vezes por ano e o vazamento na comporta diariamente.
- Conhecer a curva da mistura. Cada misturador tem sua curva específica de mistura. A não observância do tempo necessário para a boa mistura pode ser fatal.
- Pulmões superior e inferior mal projetados de forma que acumulem produto. Risco de contaminação cruzada.
- Limpeza, organização e desinfecção: como qualquer outra parte da fábrica, os elementos de mistura também precisam ser limpos e desinfetados periodicamente.

5.8 Pontos críticos da desmistura

Tudo que se quer na fábrica de rações é misturar. Mas, infelizmente, muitos fatores nos induzem a um processo inverso, ou seja, o da desmistura. Os principais problemas que causam desmistura numa fábrica de ração são:

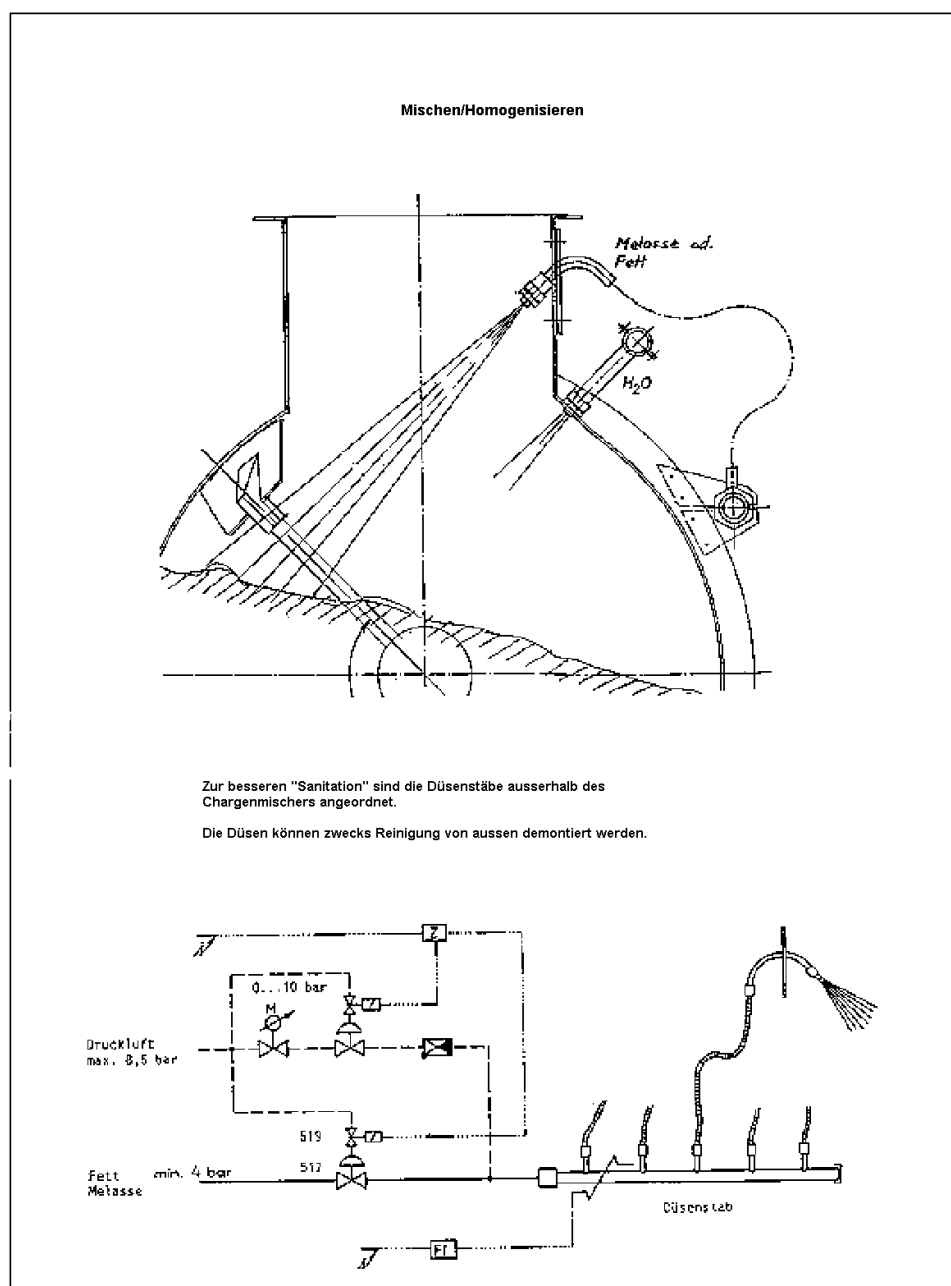
1. Instalação de equipamentos impróprios após o misturador. Exemplos: roscas transportadoras mal dimensionadas, peneiras rotativas ou centrífugas, elevadores mais altos que o necessário (queda livre), velocidade acima de 2 m/s em elevadores, etc.
2. Silos muito altos: Na queda do produto, as partículas se separam devido ao peso específico diferente (Exemplo: Farinha de Penas e Calcário).
3. Instalação de vibradores em silos de ração pronta, sem os devidos cuidados.

Outro fato gerador de desmistura é o transporte à granel da ração farelada, especialmente por longas distâncias. Talvez, este seja mais um argumento pró-peletização.

5.9 Adição de líquidos

Três são os cuidados fundamentais na adição de líquidos:

1. No misturador não devemos injetar mais de 5% de líquidos (5% em relação ao tamanho do batch).
2. Injetar no contra fluxo e com uma certa pressão nos bicos aspersores, conforme figura abaixo.
3. Se necessário injetar mais de 5% de líquidos, deve ser instalado um homogenizador para líquidos (misturador contínuo específico para esta função).



Fonte: Swiss Institute of Feed Technology

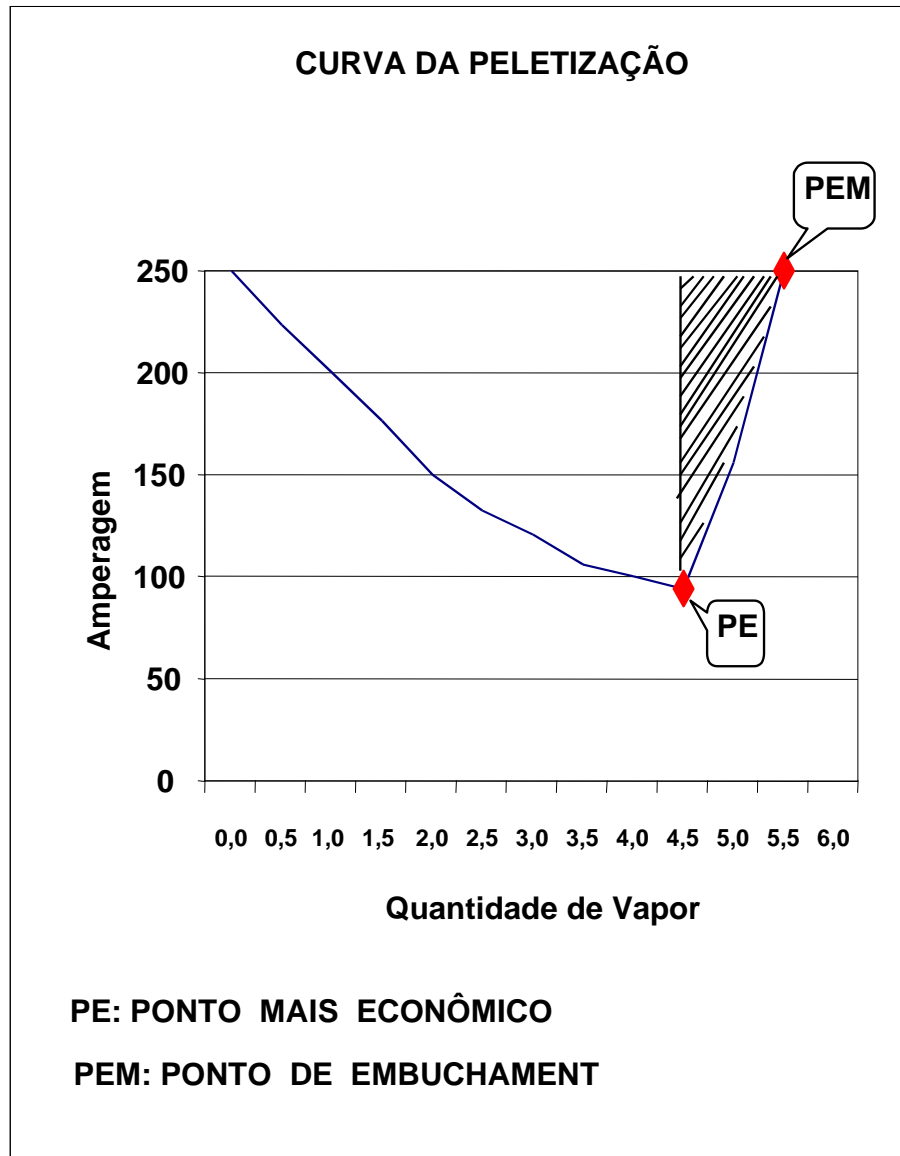
Principais pontos críticos que devem ser observados na adição de líquidos:

- Verificar periodicamente se a injeção está ocorrendo.
- Verificar periodicamente se a pesagem está correta.
- Verificar o não sujamento dos elementos de mistura (pás/helicóides) e do corpo do misturador.
- Alongar o tempo de mistura em função da adição de líquidos. Deixar misturar pelo menos 1 minuto após a adição do último líquido.
- Cuidar da seqüência da adição de líquidos. Não injetar, simultaneamente, líquidos incompatíveis.
- Evitar o pós-gotejamento dos líquidos no misturador, etc.

5.10 Peletização

É impossível falar sobre peletização em pouco tempo ou tentar descrever o processo em poucas linhas. Por isto, colocaremos somente alguns pontos críticos e de forma bem resumida.

1. Custo × benefícios: A relação custo/benefício da peletização é uma relação direta entre fazer bem ou mal o processo. Nós não temos dúvidas de que, se a peletização é bem feita, ela tem o retorno do investimento rápido e garantido. Na nossa opinião, a peletização é um tema muito complexo e carece de literatura em português. Como, normalmente, o processo é manual e muitas vezes mal feito, gera benefícios muito aquém do que poderia.
2. Vapor: Deve ser saturado ou levemente superaquecido.
3. Tempo de condicionamento: Este é um tema polêmico e temos visto na literatura desde a recomendação de no máximo 9 segundos até 3 minutos. Parece-nos que nenhum extremo é bom. Talvez um tempo entre 30 a 40 segundos seja o recomendado.
4. Temperatura de condicionamento: Depende do tipo de fórmula que se está peletizando. Fórmulas com alto teor de amido requerem temperaturas mais elevadas, normalmente, acima de 80°C, devido a gelatinização dos amidos.
5. Umidade de condicionamento: Está relacionado com a regulação da pressão do vapor e com o tempo de condicionamento. A umidade ótima de condicionamento será dada ou observada na curva da peletização.
6. Relação de compressão: É dada pela relação do diâmetro do furo e da espessura da matriz.
7. Curva da peletização: Devemos operar as prensas de tal forma a atingir a parte achurrada da curva.



Pontos críticos vinculados ao resfriador e ao triturador

Secador/resfriador: É muito comum o operador das peletizadoras ignorar o resfriador. Grande parte do insucesso da peletização está na má operação do resfriador. Alguns argumentos que nos levam a crer nisto:

- O pellet entra quente e úmido no resfriador e no primeiro terço do mesmo ocorre a evaporação da água. Com isto, o resfriador, especialmente nesta parte, tem água, umidade e alimento. Não é preciso dizer o que acontece, se não tomadas as devidas precauções.
- Um outro ponto crítico é o controle da temperatura dos pellets na saída do resfriador. Pellets com temperatura de 10°C acima da temperatura ambiente não devem ser expedidos de forma alguma. Quando a temperatura exceder estes 10°C a ração deve ser reprocessada sob pena de causar prejuízos sérios. Portanto, não é admissível que não se tenha um termômetro digital instalado na saída do resfriador ou que ele não faça parte do ferramental dos operadores.

- É importante não retirar água demais no processo de secagem, pois teremos que dar explicações em função das quebras. Como regra, a água adicionada sob forma de vapor deve ser novamente retirada no secador/resfriador.
- No triturador a ração deve ser triturada e não amassada. Os pellets não devem passar inteiros.

Observação importante: A organização, limpeza e desinfecção na célula da peletização é fundamental. Temos o trinômio água, calor e alimento, o que predispõem o desenvolvimento de microorganismos.

5.11 Expedição

Alguns pontos críticos na expedição:

1. Ensilamento: Os riscos e as conseqüências do mau ensilamento já foram vistos anteriormente.
2. Trocas de produtos: A troca de produto nos silos deve ser feita usando-se algum sistema formal (por escrito) para evitar troca de silos e, por conseqüência, erros de expedição.
3. Silos ou pilhas de ração mal identificadas.
4. Ordens de carregamento mal preenchidas ou trocadas.
5. Silos de expedição não cobertos: É desastroso o que acontece em silos de ração não cobertos, especialmente em regiões frias. A ração entra no silo com 30 a 40°C e, às vezes, a temperatura ambiente, externa, está próxima de 0°C. Neste caso, a condensação na parte superior é inevitável e as conseqüências disto também.
6. Limpeza, organização e desinfecção: Como qualquer outra parte da fábrica, os elementos de expedição também precisam ser limpos e desinfetados periodicamente. É sempre bom lembrar que, no caso de silos, a parte superior (onde não entra produto em contato) é sempre muito crítica sob o ponto de vista da Microbiologia.

5.12 Caminhões que transportam ração e matérias-primas

Os caminhões são críticos sob muitos aspectos, chamaremos atenção para alguns:

1. Limpeza, organização e desinfecção: Como qualquer outra parte da fábrica, eles também precisam ser limpos e desinfetados periodicamente.
2. Furos nos graneleiros ou nas lonas.
3. Vazamento entre gavetas.

4. Rosca transportadora (caracol): Na ração farelada pode desmisturar e na ração peletizada quebra os pellets.
5. Os caminhões podem ser agentes de desmistura da ração farelada.

5.13 Transportadores

Alguns aspectos críticos:

1. Roscas:
 - Se muito velozes, podem desmisturar.
 - Causam facilmente contaminação cruzada. Produto fica aderido no corpo do eixo/helicóide ou fica produto no fundo da calha. É um equipamento proibido após o misturador e para microingredientes como premixes.
 - Sua limpeza é difícil.
2. Redler ou transportador de corrente: Neles são instalados normalmente o famoso “ladrão”, o que causa contaminação. Pode-se usar canecas auxiliares para limpeza ou deve ser substituído por um Drag (transportador de palhetas).
3. Drag: É um excelente transportador. Dificulta descargas intermediárias.
4. Elevador de canecas: É de difícil limpeza. Sob o ponto de vista da contaminação é problemático, mas muitas vezes não se tem outra opção.
5. Correia transportadora: Seu principal problema é a poluição (poeira).

6 Vetores de contaminação

Os vetores de contaminação são pontos críticos de processo e muitas vezes não há muito para fazer. Os principais são:

1. Ar: O ideal seria pressurizar as áreas limpas, impedindo o ar contaminado.
2. Água: A água é inimiga número um, por ser condição para desenvolvimento de microorganismos e, por consequência, causa perda de produtos. Por isto, a água na fábrica de rações deve ser evitada ao máximo. Cuidado com goteiras e infiltrações.
3. Animais: Devem ser evitados e controlados.
4. Pessoas: As pessoas são vetores importantes de contaminação. Por isto, o treinamento e a educação são indispensáveis. As pessoas precisam cuidar das suas roupas (especialmente calçados) e conhecerem bem os conceitos de área limpa e área suja. Deve-se ter ferramentas e equipamentos separados para áreas limpas e para áreas sujas.

7 Microbiologia

A fábrica de rações é uma fábrica de alimentos. Portanto, deve estar submetida a planos de limpeza, organização e desinfecção, visando controlar a Microbiologia. É preciso treinar e educar as pessoas para que se crie uma consciência microbiológica na fábrica.

Como tudo na fábrica, a microbiologia precisa ser controlada baseada em dados. Deve-se pesquisar pontos críticos de contaminação e de recontaminação, pesquisar alternativas de descontaminação (tratamentos térmicos, uso de ácidos orgânicos, desinfetantes, etc), tudo baseado em fatos e dados. A intensidade e a perfeição da limpeza nos diferentes setores (silos, moegas, máquinas, etc) deve ser avaliada com swab's.

8 Contaminação cruzada

Ao longo do texto, percebemos a preocupação com este item. A contaminação cruzada ocorre quando alguma coisa que deveria ter ido num batch e tão somente nele, na verdade, foi em outro. Isto pode ser muito comprometedor, especialmente em se tratando de um elemento tóxico, como por exemplo, 3-nitro. Colocamos a seguir, os principais pontos que devem ser observados e que são críticos neste sentido:

1. Ensilamento de macro e micro-elementos.
2. Vazamentos em registros, caixas e comportas.
3. Transportadores.
4. Silos, pulmões e reservatórios mal projetados.
5. Acerto de rotas manualmente e/ou má sinalização de rotas.
6. Tempos de esvaziamento de rotas controladas manualmente.
7. Dosagem errada.
8. Troca de embalagens e de rótulos.
9. Falta ou má identificação dos silos, de pilhas, etc.

9 Rastreabilidade

Os clientes são cada vez mais exigentes e ecológicos, portanto exigirão de nós respostas firmes e convincentes sobre nossos processos produtivos e de como podemos lhes garantir produtos de qualidade. Por esta razão, conceitos como a "rastreabilidade total" deverão estar presentes ao projetarmos e/ou remodelarmos processos.

Rastreabilidade nada mais é do que criar a condição de poder saber ou conseguir localizar todo e qualquer ingrediente ao longo da cadeia que envolve o processo de produção de ração, desde a compra dos ingredientes até o consumo final (na recepção, na estocagem, na mistura, na expedição e no consumidor final).

10 Automação

No decorrer do texto, procuramos deixar claro a preocupação com a operação manual. Uma fábrica de rações, embora aparentemente simples, é complexa nas possibilidades de erros em função de esquecimentos e tempos mal controlados. Por isto, nós acreditamos, firmemente, que investimentos pesados devem ser feitos em automação nas fábricas de ração, visando dar maior segurança e maior padronização aos produtos.

11 Pesquisa e adaptação tecnológica

Temos insistido na idéia de que precisamos pesquisar mais máquinas e equipamentos para a indústria de rações no Brasil. Um grande entrave é o fato de não termos escolas (cursos) especializadas nem dispormos de literatura nacional. Isto faz com que não tenhamos conhecimento científico suficiente para construir a fábrica de rações plenamente adaptada as nossas condições e necessidades.

Outro fato verificado é que muitas empresas, no afã de resolver o problema, acabam importando máquinas e equipamentos, quando não fábricas inteiras, e quando vêm não produzem ou não têm a produtividade esperada. Este fato deve-se a não adaptação das máquinas e equipamentos as nossas condições. Exemplos: máquinas projetadas para 50 Hz e não corrigidas para serem enviadas para o Brasil; as receitas brasileiras exigem áreas de peneiras e velocidades periféricas diferentes das receitas européias; etc. Poderíamos, ainda, citar muitos outros aspectos.

Por estas razões, não temos dúvidas que no Brasil, pela importância da indústria de rações, algo deverá ser feito no futuro próximo.

12 Conclusão

Parece-nos que a indústria de rações no Brasil, sob o ponto vista tecnológico, ainda é um gigante adormecido. Fazer ração não é tão difícil assim, mas fazer, bem, ração é um pouco mais complicado. Temos defendido a tese de que muitas coisas podem ser feitas aplicando conhecimentos (conceitos) simples. Muitas vezes é mais um problema de acomodação e de não prática do conhecimento. Temos que procurar simplificar as coisas e não complicar. Temos que formar equipes, treiná-las e delegar-lhes responsabilidade. Devemos ter manuais escritos na fábrica, baseados sempre em fatos e dados. Tudo começa no projeto (na diagramação técnica, no fluxograma e no estudo do lay out). Não adianta querer controlar ou inspecionar processos ou máquinas mal projetadas. Precisamos produzir a qualidade e não querer controlá-la, agir nas causas e não nos efeitos.

Em suma, lembrar que o velho bom senso ainda não morreu e a persistência é indispensável. Sempre é possível melhorar e isto deve ser buscado.

13 Referências bibliográficas

- BLANCHARD, Kenneth e SPENCER, Johnson. Coleção Gerente Minuto. Rio de Janeiro, Record.
- CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1994.
- CAMPOS, Vicente Falconi. TQC-Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês). 4. ed. Rio de Janeiro: Christiano Ottoni, Bloch Editores, 1992.
- CAMPOS, Vicente Falconi. Qualidade Total - Padronização de Empresas. 3. ed. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CARNEGIE, Dale. Como Fazer Amigos e Influenciar Pessoas. 41. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1991.
- CHIAVENATO, Idalberto. Introdução a Teoria Geral da Administração. 3. ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 1983.
- CORRÊA, Henrique L. e GIANESI, Irineu G. N. Just in Time, MRP II e OPT. São Paulo: Atlas, 1993.
- Curso Futtermitteltechnik. SFT - Schule für Futtermitteltechnik. Swiss Institute of Feed Technology. Uzwil - Suíça.
- GOLDRATT, Eliyahu M. A Meta. São Paulo: Claudiney Fullmann, 1992.
- LUBBEN, Richard T. Just in Time - Uma Estratégia Avançada de Produção. 2. ed. São Paulo, MAKRON Books do Brasil Editora Ltda. Mc Graw Hill, 1989.
- MONDEN, Yasuhiro. Sistema Toyota de Produção. São Paulo, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM, 1984.
- SLACK, Nigel. Vantagem Competitiva em Manufatura. São Paulo: Atlas, 1993.
- Tecnología para la Fabricación de Alimentos Balanceados - Editor Técnico: Robert R. McElhiney - Departament of Grain Science and Industry - Kansas State University
- TOFFLER, Alvin. A Terceira Onda. 16. ed. Rio de Janeiro: Record, 1980.

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE MODELOS DE CRESCIMENTO PARA FRANGOS DE CORTE

Frank J. Ivey

Ph. D., Novus International Inc.

1 Introdução

Modelos de crescimento cresceram e se tornaram uma área importante da nutrição animal. As recomendações para suínos são baseadas num modelo e estão sendo calculadas pelo Conselho Nacional Americano de Pesquisa (U.S. National Research Council, 1998), que inclui num CD todos os requerimentos para crescimento baseados na raça. Os modelos estão se tornando uma parte comum do manejo animal. Isso tem se tornado possível devido a velocidade do computador, esforços para programação e o incentivo a pesquisa nesta área.

Hoje em dia existem programas para frangos de corte que usam os valores nutricionais e o custo dos ingredientes juntamente com o lucro esperado e os convertem em formulações de ração que minimizam os custos em alimentação da sua companhia. Na maioria das vezes, o modo que estes modelos funcionam é ainda um mistério para o usuário. Todavia os valores do modelo devem ser claros e práticos para a medição. Os valores são acoplados a precisão do crescimento esperado baseados no ganho nutricional e na precisão de conhecimentos básicos que são conseguidos ao se definir os objetivos os quais se quer otimizar.

O objetivo desta palestra é descrever alguns dos mistérios inclusos nos modelos. Este trabalho foi descrito muito bem por Gous et al.(1999) no periódico Poultry Science. Eu vou descrever vários itens sobre crescimento animal que devem ser definidos em cálculos, e então algumas das variações que devem ser primeiramente explicadas e então incluídas nos modelos para melhorar sua precisão.

Assim que conhecermos os segredos dentro dos modelos, como os modelos realmente funcionam, nós iremos reconhecer que nosso tempo será melhor empregado se estudarmos os modelos disponíveis no mercado para nossas necessidades, comprá-los, usá-los e entendermos seus limites. O desenvolvimento de equações é uma pequena parte do modelo. O tempo e o custo para programar corretamente, visando todas necessidades e a geração de dados é muito mais desincorajante que muitos imaginam. Depois de termos desenvolvido 2 programas comerciais de modelos, Omnus' Omnipro®1 e Novus' IGM® , eu posso lhes garantir que obter modelos comerciais é ainda a melhor opção.

2 Desenvolvimento de modelos de crescimento

O primeiro modelo de crescimento para frangos de corte me familiarizei era chamado Modelos para Frangos de Corte Edinburgh (Edinburgh Model for Broilers). As bases matemáticas deste modelo foram publicadas por vários anos por Emmans e

colaboradores (1981, 1986, 1988, 1989, 1995, 1997). Ele era uma modelo mecânico muito difícil e muito preciso para cálculo de distribuição de energia e proteína entre manutenção, crescimento e produção de penas. O segundo modelo de crescimento de frangos que estudei foi um trabalho publicado por Pesti et al.(1986). Este era um modelo estatístico simples mas bastante instrutivo baseado na resposta de crescimento com proteína e energia numa única dieta. Era e ainda é uma forma inovativa e estudar o inter-relacionamento entre proteína e energia na ração de frangos.

Um modelo de crescimento baseado na mistura entre modelagem de respostas e requerimentos mecânicos foi desenvolvido pela Novus (Ivey e Harlow, 1991, 1992, 1994; Harlow e Ivey, 1994). Ele foi desenvolvido para ser “maleável”, portanto ele poderia ser adequado. Além disso, foi desenvolvido para permitir amplas variações na razão proteína/energia porque mudando proteína para energia resulta em diferenças na qualidade da carcaça (Maurus et al.1988) a qual você poderá querer controlar. Este programa tinha muitos pontos em comum com o modelo de Pesti mas era muito mais complexo baseado nos desenhos e resultados experimentais que nós utilizamos. Este modelo também não recomenda níveis de metionina, somente fornece especificações nutricionais e não formulações de ração, portanto ele não influencia a adição de metionina como suplemento, o que é o maior negócio da Novus.

Em Israel Hurwitz et al.(1978, 1980) desenvolveu um modelo mecânico similar ao de Emmans mas com diferenças substanciais. Estes pesquisadores também usaram seu modelo em perus (Hurwitz et al. 1983). Este modelo é baseado no desenvolvimento requerimentos de energia e proteína para manter o crescimento e usa coeficientes um pouco diferentes para muitos cálculos que são realizados. Estas diferenças foram baseadas nas pesquisas e experiências destes pesquisadores. O grupo de Hurwitz era composto de um matemático muito experiente que conseguiu fazer funcionar um modelo de adequação e produziu um modelo que busca o programa mais adequado levando em conta o custo dos ingredientes e o conteúdo nutricional (Talpaz et al. 1986). Este modelo calcula os requerimentos do animal e então o programa encontra a fórmula menos cara para satisfazer esse requerimento.

2.1 Enquadrando o modelo

Várias perguntas devem ser respondidas ao se desenvolver um modelo, da mesma forma ao comprar um modelo completo do fornecedor Essas perguntas podem parecer óbvias e mesmo triviais mas elas são a base do valor do modelo. As vezes as respostas verdadeiras não são tão óbvias.

O que você quer fazer realmente? O que você controla? Quais são os dados que você tem e que podemos confiar? Estas perguntas podem ser engraçadas porque quais os dados em que você pode se basear? A Tabela 1 apresenta uma lista de perguntas e respostas.

Os objetivos para a organização devem ser incluídos no processo de modelagem. Se a organização tem como alvo conversão alimentar como monitoria do progresso, então isso deverá ser estudado. Diminuir os custos com alimentação com baixa energia pode ser uma maneira de cortar custos, mas se o nutricionista se baseia em conversão alimentar esta não é uma boa maneira de economizar dinheiro.

Tabela 1 — Perguntas a serem respondidas com seriedade durante a formulação de um modelo.

Perguntas de Modelagem	Resposta provável	Resposta verdadeira
O que você quer obter?	<ol style="list-style-type: none">1. Economizar dinheiro e melhorar conversão alimentar2. Maximizar a renda da companhia3. Minimizar variação do peso ao abate do lote4. Produzir mais carne de peito	<ol style="list-style-type: none">1. Informa com antecedência o peso do lote de frangos baseado no consumo alimentar2. Informa com antecedência a idade e necessidades nutricionais de um lote criados para um peso final previamente determinado.3. Minimiza o custo de alimentação para produzir um lote de frangos para um peso alvo dentro da faixa etária de 2 dias.4. Maximiza a produção de carne escura ou branca enquanto minimiza o custo
O que você quer controlar?	<ol style="list-style-type: none">1. Nós controlamos a quantidade exata de alimento consumido.2. Nos controlamos o manejo da propriedade	<ol style="list-style-type: none">1. Quantidades exatas de alimento não podem ser recebidas devido aos requerimentos de carregamento2. Cada propriedade é um pouco diferente da outra mas cada avicultor recebe o mesmo treinamento

2.2 Construindo o modelo

Nós podemos definir várias necessidades do animal:

1. Manutenção, que é geralmente designada como uma função do peso corporal elevado a potência de 0.7.
2. Músculo/ crescimento do tecido, não apenas de proteína, mas também de água, gordura e minerais.
3. Crescimento da pena, geralmente em torno de 85% de proteína.
4. Apesar da produção de ovos não ser um problema para frangos jovens, isso é incluído no programa para demonstrar que existem outras produções que poderão ser consideradas no modelo.

Se nós pudermos prever as necessidades do animal para cada um destes aspectos, nós poderemos soma-los e obter os requerimentos para aquele dia. Então, você poderá avaliar o programa nutricional e observar se ele é suficiente para tais requerimentos ou se ele os excede.

Equações de crescimento foram publicadas por Gous et al.(1999) o que nos dá a oportunidade de calcularmos estes requerimentos. A maioria dos programadores estão de acordo com a equação desenvolvida por Gompertz (Parks, 1981) a mais de 100 anos atrás na qual descreve o crescimento de frangos jovens como também de vários outros animais.

Esta equação pode ser de várias formas. Abaixo demonstramos duas formas desta equação. A primeira foi publicada por Gous et al. (1999) e Hurwitz et al.(1980) (Tabela 2) usa a segunda. As diferenças estão na maioria na parte de álgebra e resultam em variáveis diferentes a serem calculadas para um lote ou linha. Se nós aplicarmos a equação para o mesmo conjunto de dados, nós obteremos diferenças sutis na curva final de crescimento(Figura 1).

Tabela 2 — Duas curvas de crescimento para frangos publicadas por Gompertz

$\text{Peso corporal} = B_0 \cdot e^{\left(-e^{(-B_1 \cdot (-B_2 - \text{idade}))}\right)}$
B_0 é peso corporal adulto, B_1 é taxa de maturidade e B_2 é idade do crescimento máximo.
$\text{Peso corporal} = B_4 \cdot e^{\left(B_0 \cdot \left(1 - e^{(-B_1 \cdot \text{idade})}\right)\right)}$
B_4 é peso do pinto no dia zero, B_0 é peso corporal adulto e B_1 é taxa de maturidade.

A Figura 1 apresenta os gráficos de duas equações para peso corporal estimado para frangos machos. Os resultados são quase idênticos. Dados reais dados coletados num lote de frangos de ambos sexos foram colocados no gráfico para mostrar a variação que é observada no campo. Estes dados serão discutidos futuramente nesta palestra.

Os coeficientes da primeira equação foram aumentados por Gous et al.(1999) para incluir muitas partes do frango. A Tabela 3 abaixo apresenta os coeficiente

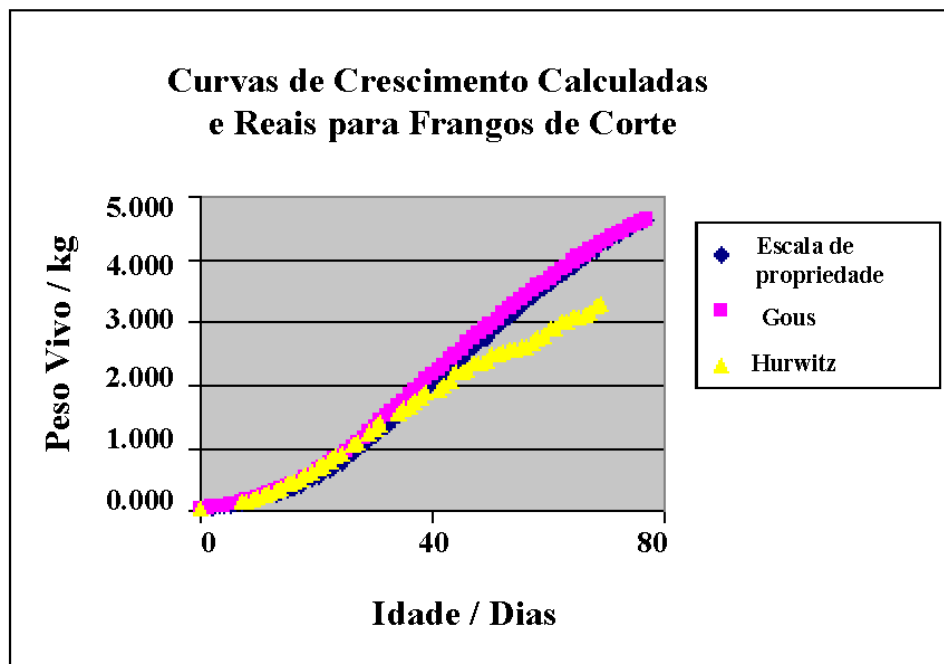


Figura 1 — Gráfico de valores calculados das duas equações mostradas na Tabela 2 fornecendo resultados quase idênticos. Dados reais também foram colocados no gráfico para mostrar o que ocorre num lote de frangos de ambos os sexos.

desenvolvidos para machos Ross X Arbor Acres a fim de solucionar peso vivo, proteína corporal, gordura e penas. Usando estes coeficientes, as variáveis foram calculadas a 15, 25, 35 e 45 dias. Então são calculados os requerimentos para energia e proteína para manutenção, ganho de proteína e aumento de gordura. A Tabela 4 apresenta estes cálculos. Quando assumimos um nível energético para uma ração desejada, a quantidade e concentração de aminoácidos essenciais podem ser calculados.

Tabela 3 — Valores de Gous. et al. (1999) representando o padrão de crescimento de machos Ross X Arbor Acres para serem usados na primeira equação da Tabela 2.

Variável	Peso vivo, kg	Proteína corporal, kg	Gordura corporal, kg	Peso da pena, kg
Peso adulto, B0	6.087	1.01	1.069	0.298
Taxa de maturação, B1	0.0382	0.0356	0.0371	0.0409
Idade na taxa máxima, B3	42.7	46.5	49.5	42.5

Geralmente assumimos em modelagem que a manutenção diária tem prioridade para nutrientes. Os cálculos de manutenção diária é baseada no peso corporal metabólico. Por exemplo, no Modelo Edinburgh, o valor é uma função de peso vivo elevado a 0.73. Um fator de energia em Energy/kg 0.73 é usado para estimar a energia

Tabela 4 — Valores computados usando as variáveis na Figura 1 e a primeira equação da Tabela 2 ambas de Gous. et al. (1999).

Variável	Peso vivo, kg	Proteína corporal, kg	Gordura corporal, kg	Peso da pena, kg
15 dias de idade	0.341	0.047	0.029	0.014
25 dias de idade	0.852	0.118	0.089	0.038
35 dias de idade	1.591	0.224	0.193	0.076
45 dias de idade	2.436	0.352	0.328	0.121

Tabela 5 — Requerimentos estimados para energia e metionina calculados para o crescimento computado na Tabela 4. Requerimentos de aminoácidos são do Modelo Edinburgh. Energia está em Kcal e metionina está em miligramas.

Variável	Calor e metionina para manutenção	Ganho muscular Energia e Metionina	Ganho de gordura Energia	Proteína da pena Ganho de Energia
15 dias de idade	13.7 kcal, 37.7 mg	28 kcal, 162 mg	22.1 kcal	8 kcal, 8.4 mg
25 dias de idade	35.0, 56	48.3, 280	45.0	14.7, 15.0
35 dias de idade	91.4, 73.4	63.7, 369	66.8	19.1, 20.0
45 dias de idade	96.3, 88.3	69.5, 403	77.6	19.9, 20.8

requerida. Este valor geralmente é em torno de 65 Kcal/ kg 0.73 e é específico para a linhagem. A perda de proteína é calculada da mesma maneira. A expectativa é de 5 gramas de proteína é necessária para cada 1 kg 0.73 de peso corporal metabólico.

Em seguida o crescimento do dia é estimado. Na equação de crescimento, podemos calcular o peso do dia em questão e do dia anterior. A diferença é um valor de ganho grosseiro. Você pode usar ambas equações para ganho de proteína, como publicado por Gous et al. (1999) ou usar uma porcentagem de peso vivo para se obter uma estimativa de ganho de proteína. Ganho de gordura e crescimento da pena são calculados da mesma maneira.

A energia por si só é um assunto complexo. A diferença entre energia líquida e ME é uma área em que excelentes cientistas dedicaram suas carreiras. Sabemos que a gordura usada para ganho de gordura tem um valor energético diferente daquele valor usado para energia de síntese para outras moléculas através da gordura. Os aminoácidos usados para síntese protéica tem valores energéticos diferentes que os valores mais baixos recebidos se o aminoácido é degradado e ácido úrico é excretado. Apesar disso, o programador poderá fazer simplificações e mudanças, que serão discutidas abaixo.

O problema ocorre quando você percebe que o consumo nutricional do animal pode estar deficiente ou excessivo em relação as necessidades como foi previsto anteriormente. Devemos nos prevenir para estes problemas. Devemos determinar quais requerimentos de energia e de proteína serão diminuídos no caso de uma deficiência. Além disso, determinar se proteína adicional pode ser usada para manter

o crescimento adicional e estabelecer o máximo. A resposta mais fácil é que o animal irá se alimentar para obter seus requerimentos de crescimento e todo excesso de energia tornará gordura (impacto de peso baixo).

2.3 Estimativa de carcaça

Partes diferentes da carcaça são afetadas pelo alimento na razão proteína:energia (Donaldson et al. 1955). Esta observação é mostrada pelos dados do gráfico de Maurus et al. (1988) (Figura 2) e é consistente com nossos resultados (Ivey and Harlow, 1992). Rendimento total da carcaça é difícil de ser afetada, todavia a preferencia de desenvolvimento de carne branca ou escura é controlado facilmente. O tempo é um fator crítico. Pesos de partes diferentes se desenvolvem com o tempo juntamente com as curvas que se enquadram com a curva de Gompertz, mas as curvas são ligeiramente diferentes (Figura 3). Nas fases iniciais de crescimento, os músculos da perna se desenvolvem mais rapidamente e depois dos 28 dias o desenvolvimento do peito é mais favorecido. Na nossa pesquisa, dietas com proteína e energia elevadas não são fatores preferenciais para desenvolvimento de peito. Todavia, dietas com elevada razão proteína: energia nas fases tardias do crescimento são muito mais importantes para favorecer o desenvolvimento do músculo do peito em relação aos outros músculos. Isso pode ser devido parcialmente ao tempo de desenvolvimento de tecidos diferentes. Um trabalho de Gous et al. (1999) mostra que a idade de ganho de peso vivo máximo é 42.7 dias, ganho de proteína máxima de 46.9 dias (Tabela 3) e tempo para crescimento máximo dos músculos do peito de 48.1 dias para a mesma linha macho. Esta pequena diferença em tempo é exacerbada quando você percebe que o desenvolvimento dos músculos do peito varia de menos que 8% a 16% ou mais do ganho de proteína na ave de 1 dia a 50 dias de idade.

Modelar a melhor resposta dos tecidos a proteína e energia com o tempo é um problema semelhante para a colocação de proteína e energia num dieta limitante de crescimento. Algumas regras devem ser estabelecidas nas equações para determinar a distribuição. Em um modelo de resposta, tais como o IGM desenvolvido pela Novus, a habilidade de modelar atributos da carcaça é uma consequência da análise estatística.

2.4 Aplicações do modelo

Agora que podemos construir um modelo, o que fazemos com ele? Provavelmente o primeiro pensamento é sempre determinar o melhor regime alimentar para o nosso alvo. Isso pode ser feito melhor ao incorporar o programa de menor custo e procurar dietas mais baratas a fim de se obter uma dieta que satisfaçam ou excedam os requerimentos nutricionais do animal. Mais uma vez, os objetivos do nutricionista e a organização se tornam um ponto central de se estabelecer o "objeto em função" a ser otimizado.

O que mais poderemos fazer? Nós sabemos que a precisão do crescimento esperado de um modelo é de alto valor. Nós podemos começar a adicionar ajustes para conhecermos os impactos na taxa de crescimento. Modelar impactos de variáveis controladas requer bons dados. A densidade do lote é um fator de impacto para taxa de crescimento. A figura 4 é um gráfico tridimensional de peso vivo com idade das

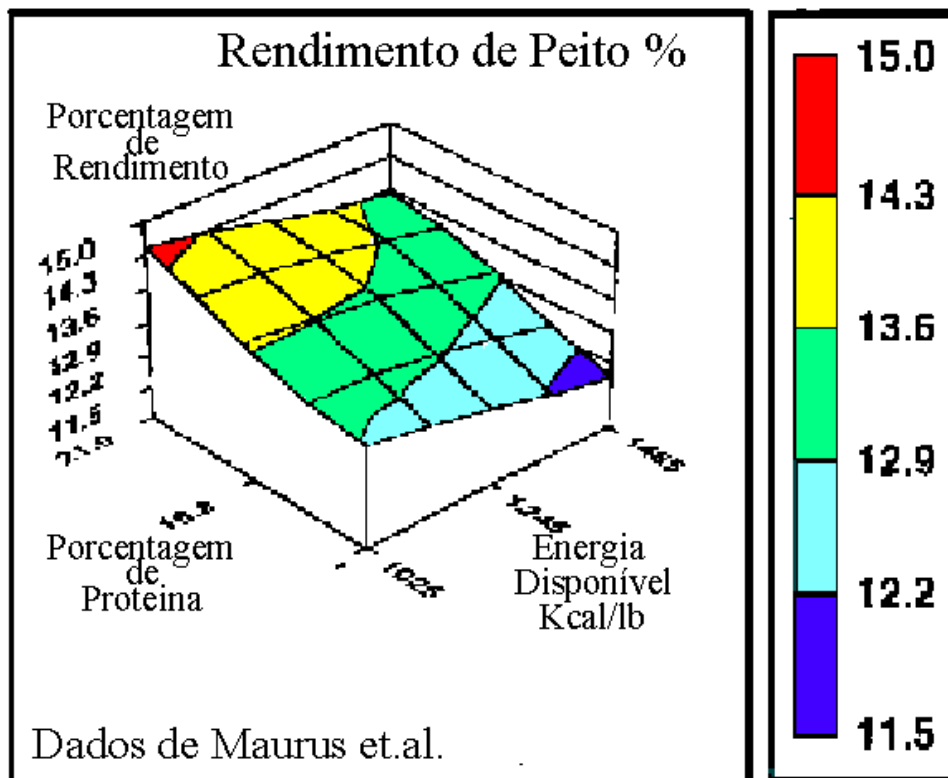


Figura 2 — Gráfico dos dados de Maurer et al. (1988) mostrando o impacto da energia da dieta e proteína durante a fase de remoção em rendimento de peito.

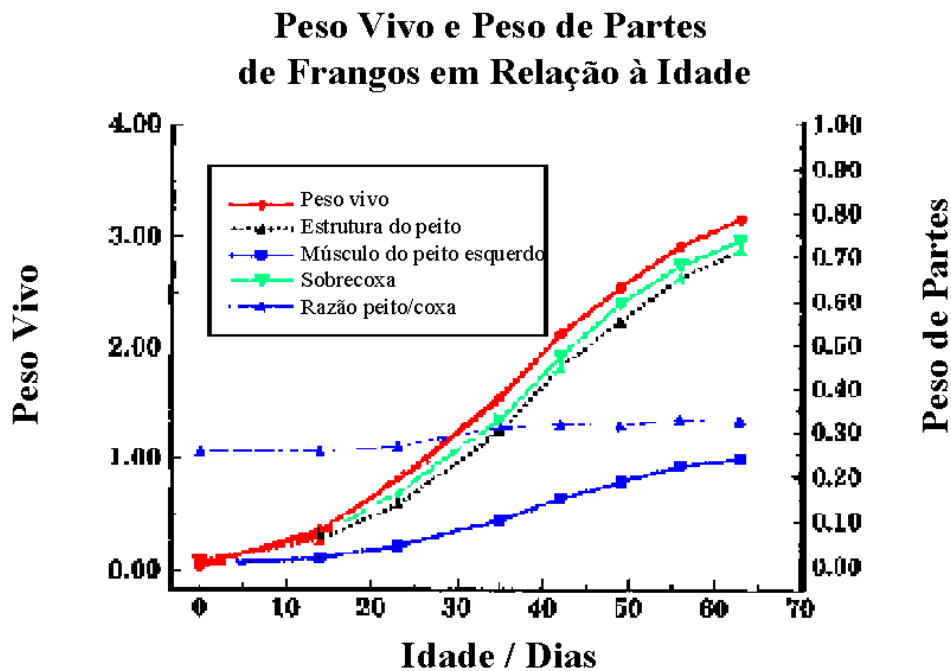


Figura 3 — Impacto da Proteína e Energia em Rendimento do Peito em frangos machos Ross X Cobb de 49 dias.

aves crescidas nas nossas instalações com diferentes taxas de densidade do lote (Ehmler et al. 1997). As diferenças devido a densidade do lote foram significantes aos 21 dias de idade. É interessante notar que os frangos machos Cobb X Cobb deste experimento alcançaram taxas de crescimento máximo em períodos dependentes da densidade. As gaiolas com densidade mais alta tiveram crescimento máximo durante a quarta semana (69 g por dia) enquanto as menos densas obtiveram crescimento máximo durante a sétima semana (76 g por dia). Quando adequamos as taxas de crescimento para a equação de Gous, o impacto na taxa máxima esteve claro. Aumentando a densidade do lote reduziu ambas variáveis de estimativa de máximo peso corporal (B0) e a estimativa de idade máxima de crescimento (B2).

A curva de crescimento pode nos ajudar em outras áreas, tais como quando mudamos a dieta. É claro que densidade do lote afeta a curva de crescimento mas também nos fornece outras informações. Se colocarmos os dados do gráfico da Figura 1 no mesmo formato que na Figura 4, que é crescimento diário ao invés de peso vivo diário (Figura 5), nós teremos um quadro claro das mudanças no padrão de crescimento das aves.

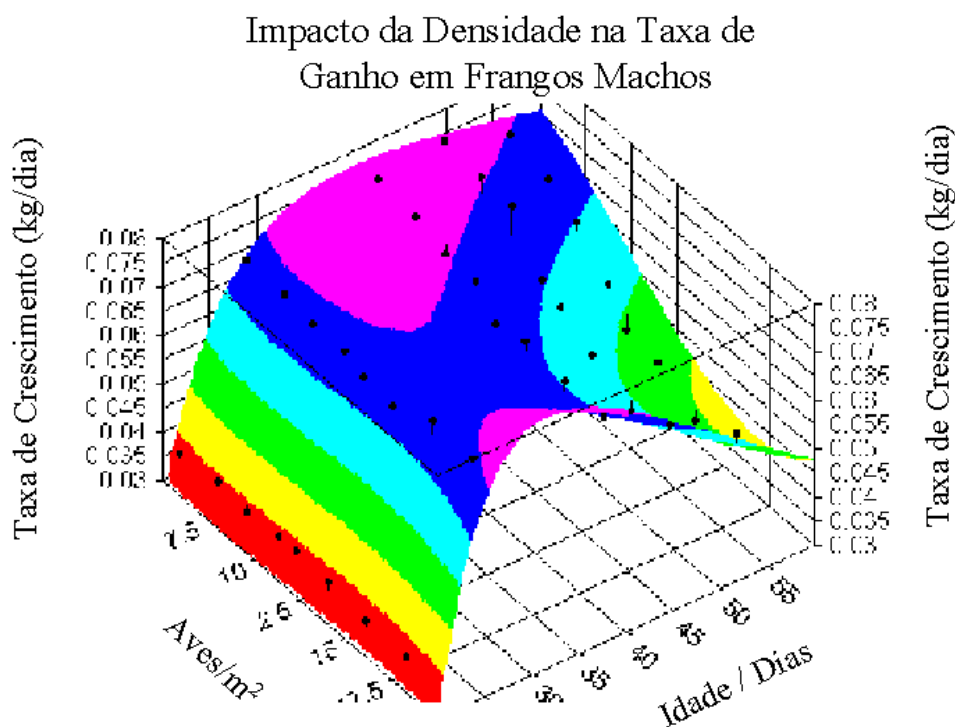


Figura 4 — Impacto da Densidade do Lote e Idade na taxa de Crescimento Médio Diário.

As Figuras 4 e 5 demonstram que o crescimento mais rápido de um lote ocorre geralmente entre 28 e 42 dias. Num lote comercial típico ele ocorre em torno dos 28 dias. O consumo alimentar não chega ao máximo até depois dos 50 dias. Portanto, apenas depois da taxa de crescimento máximo, quando as demandas do crescimento estão reduzidas e o consumo alimentar está aumentando, provavelmente é um bom período para mudar a densidade da dieta.

A Figura 6 mostra a taxa de mudança da taxa de crescimento (segunda derivada da Figura 1) na qual nos informa se o gráfico mostra quanto mais ou menos foi o ganho

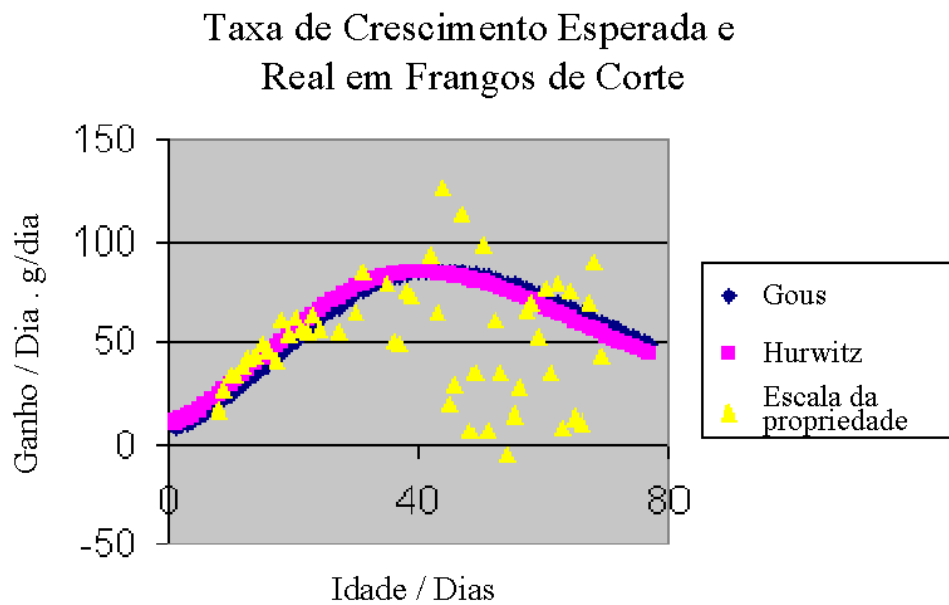


Figura 5 — Usando os dados da Figura 1 neste gráfico, a taxa de crescimento em kg por dia mostra onde a taxa de crescimento do frango é mais elevada (em torno de 40 dias para estes dados). O ganho real das aves não continua a aumentar com a idade das aves.

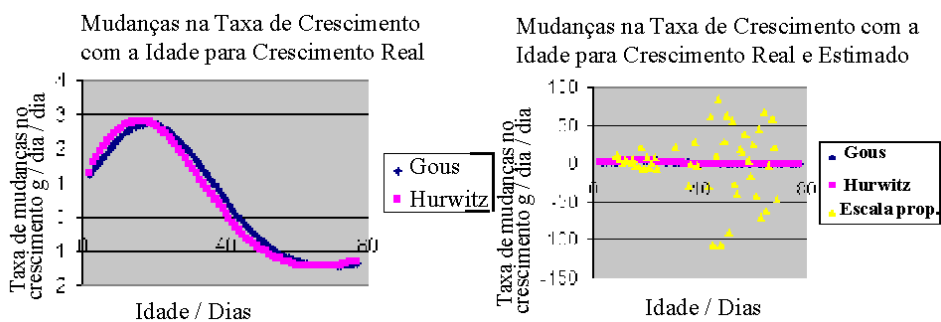


Figura 6 — Taxa de mudanças na taxa de crescimento dos dados na Figura 1. Note que a variação de dados do gráfico são muito maiores onde os dados reais são colocados a direita. O padrão real das curvas calculadas se perde em escalas maiores.

do lote no dia anterior. Por exemplo, se o lote ganhou 28 gramas e no dia anterior ganhou 25 gramas, o aumento seria de 3 gramas. Depois de um período curto de dias, o aumento real na taxa de crescimento diminui. O período de mudanças mais rápidas na taxa de crescimento, ocorre em torno de 16 dias (ponto máximo na Figura 6). Este ponto muda quando as aves são selecionadas para crescer mais rápido. No início dos anos 80, quando o Modelo Edinburgue foi desenvolvido, os parâmetros de crescimento das nossas linhas comerciais eram muito diferentes e a taxa de mudança máxima era em torno de 21 dias de idade. Isto era um ponto de alteração típico para a indústria e foi conveniente para os pesquisadores daquela época e ainda é usado atualmente em vários trabalhos.

Usando as informações para alterações na dieta de curvas de crescimento é um exemplo de como deixar que a ave nos diga o que ela precisa e quando. O ponto destes dados reais do gráfico das Figuras 5 e 6 ilustra o valor da modelagem quando as curvas são mais suaves e mais fáceis de interpretar. Você pode ver uma tendência da taxa de crescimento declinar depois dos 40 dias nos dados reais mas determinar um ponto claro de mudança não seria possível. E os dados reais da Figura 6 não tem utilidade.

Nós podemos usar as previsões do modelo para investigar os impactos de fatores na precisão do modelo. Existem vários fatores que afetam o crescimento de lotes individuais. Alguns deles são conhecidos, outros não, geralmente colocados numa categoria chamada “miscelânea” ou “erro”.

A Tabela 6 contém uma lista de fatores que afetam a taxa de crescimento de frangos de corte. Sem qualquer ajuste para alguns destes, o modelo vai prever a mesma performance para cada instalação, como é feito por todo departamento de marketing. Variação alimentar é o assunto de outro palestrante mais capacitado e então será discutido por ele.

Tabela 6 — Uma lista parcial de fatores que podem afetar a taxa de crescimento de frangos de corte.

Distribuição do alimento - Quantidade e tempo.
Perfil nutricional do alimento - Esperado e real.
Linhagem / sexo.
Densidade do lote.
Clima / Temperatura da instalação.
Sistema de incubação
Tamanho do ovo na incubação / Idade da matriz.
Fornecimento de água - Quantidade / Qualidade.
Carga de doenças / Sanidade / Vacinação.
Atenção do produtor - limpeza
Fatores estranhos - barulho ao redor da instalação de frangos
Interacoes destes fatores podem variar com a idade do frango.

Para que possamos observar a importância de diferentes fontes de variações na taxa de crescimento, nós avaliamos os dados de mais de um ano num único complexo (quase 50 milhões de aves). O complexo era formado por aves de ambos sexos que tinha como peso alvo 4.0 libras (1.816 kg). Este peso alvo era medido

no abatedouro depois de várias restrições alimentares sem controle algum (nem sempre presentes no modelo de crescimento). Nós buscamos um número enorme de fatores conhecidos no lote. Cruzamentos de linhagens, idade da matriz, idade ao abate, peso do lote, densidade do lote, regime alimentar incluindo quantidades de cada alimento e composições esperadas de energia/aminoácidos e fatores conhecidos sobre a instalação, proprietário, ventilação, comedouros, bebedouros, incubadouros, tipo de instalação, e funcionários.

Dos dados analisados, nos determinamos que existem duas estações básicas para este complexo: “Calor” e “Sem calor”. Nós adequamos um modelo que considera diferenças no regime alimentar fornecido na instalação (quantidades reais de alimento recebidos por cada ave) para cada estação. Nós então fizemos uma análise de variância do peso real das instalações e os fatores incluindo o previsto no modelo.

A Tabela 7 nos dá os resultados da análise de variância destes dados. Mais de 99% de variação pode ser devido a uma variável. A maior fonte de variação foi aquela explicada pelo modelo. Isto incluía ambos efeitos da variação alimentar e efeitos gerais do clima. A variação do proprietário foi a próxima mais elevada. Havia mais de 150 proprietário envolvidos. Cada um criou em torno de 5 lotes neste período. A variação do proprietário incluía “micro climas”, um termo usado para descrever que um vale é ligeiramente mais frio que outras áreas ou a altitude de uma propriedade comparada com outras, as práticas de manejo de um proprietário e outros fatores únicos de cada propriedade. Isto não inclui as características da instalação e outros equipamentos que foram observados. O mais interessante foi que sistemas de aquecimento, ventilação, diferenças dos funcionários e bebedouros não foram significantes. Por outro lado, determinou-se que várias linhagens não foram diferentes, mas três delas foram diferentes das outras. A idade das matrizes foi significativa quando as aves eram jovens ou muito velhas.

Tabela 7 — Resultados de Análise de Variância de Fatores que afetam a taxa de crescimento de frangos em mais de um ano por complexo. O modelo estimado inclui diferenças de clima e no regime nutricional.

R-quadrada	C.V.	Raiz MSE	Peso médio do lote
0.9992	1.66	0.0661 lbs	3.970 lbs.
Fonte	DF	Tipo III SS	Pr > F
Modelo	1	84.8	0.0001
Produtor	151	2.03	0.0001
Linhagem	8	0.490	0.0001
Bebedouro	11	0.0547	0.327 NS
Comedouro	5	0.0452	0.067 PS
Densidade do lote	6	0.0743	0.010
Estilo da instalação	6	0.0740	0.010
Idade da matriz	5	0.0377	0.126 PS
Funcionário	5	0.034	0.172 NS
Sistema de ventilação	4	0.0101	0.678 NS
Sistema de aquecimento	3	0.00772	0.622 ns
Erro	764	3.339	0.004

A utilidade de modelos vai além de impactos nutricionais que foram almejados inicialmente. O uso de precisão estimada em torno de 0.06 lbs. (30 gramas) como visto no exemplo da Tabela 7 é impressionante. Precisão deste nível tem valor comercial em um programa chamado Omniplan®3 da Omnus, Inc. O programa organiza com precisão os esquemas de datas de abate, o tempo em horas de remoção alimentar para se obter o peso desejado de um lote, enquanto garante o número certo de aves para se obter estes requerimentos.

Combinando o conhecimento de consumo alimentar com custos de transporte, custos de mudanças de ração durante operações na fábrica de rações foram unidos para produzir um programa poderoso chamado Omnifeed®3. O programa determina toda a operação de necessidades alimentares baseado no número de aves em cada instalação de crescimento combinado a performance daquela instalação.

O programa então adequa o plano de fabricação de ração na fábrica para o mais tarde possível. Ele adequa a entrega da ração para todos proprietários, sendo que fornece a ração correta para as aves, poupando dinheiro e trabalho. Este produto foi testado por vários anos com a eliminação de falta de alimento, retorno de alimento e mesmo redução em tempo adicional e veículos necessários. O programa já está disponível comercialmente.

A medida que os avanços em modelagem são aplicados as necessidades comerciais das companhias, o desenvolvimento de programas que adequam a mistura de produtos, alvos para vendas e muitos outros aspectos do negócio irão evoluir utilizando previsões precisas do crescimento sem na verdade reduzi-los.

3 Referências bibliográficas

- Donaldson W.E., G.F. Combs, and G.L. Romoser, 1956. Studies on energy levels in Poultry Rations: The effect of Calorie-Protein Ratio of the Ration on Growth, Nutrient Utilization and Body Composition of Chicks Poultry Science 35:1100.
- Emmans, G. C., 1981. A model of the growth and feed intake of ad-libitum fed animals, particularly poultry. Computers in Animal Production. Occ. Publ. Br. Soc. Anim. Prod. No. 5, 103-110.
- Emmans, G. C. 1988. Genetic components of potential and actual growth. Animal Breeding Opportunites, Occ. Publ. Br. Soc. Anim. Prod. No. 12, 153-181.
- Emmans, G. C. 1989. The growth of turkeys. Recent Advances in Turkey Science. 135-166. C. Nixey and T. C. Grey, ed. Butterworths, London, U. K.
- Emmans, G. C., 1995. Problems in modeling the growth of poultry. Wolrd's Poul. Sci. J. 51:77-89.
- Emans, G. C. and C. Fisher. 1986. Problems in nutritional theory. Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research. 9-39. C. Fisher and K. N. Boorman, ed. Butterworths, London, U. K.
- Ehmler, T. J.; Knight, C. D.; Pierson, E. E. M.; Ivey, F. J. 1997. Effect of feed texture and stocking density on broiler performance in battery pens. Poultry Science 76(Supp.1):12.
- Gous, R. M., E. T. Moran, Jr., H. R. Stilborn, G. D. Bradford, and G. C. Emmans. 1999. J. Poultry Science 78:812-821.

- Harlow, H. B.; Ivey, F. J. 1994. Accuracy, precision, and commercial benefits of growth modeling for broilers. *J. Applied Poultry Research* 3(4):391-402.
- Hurwitz, S., I. Plavnik, I. Bartov and S. Bornstein. 1980. The amino acid requirements of chicks: Experimental validation of model-calculated requirements. *Poultry Science* 59:2470-2479.
- Hurwitz, S., D. Sklan, and I. Bartov. 1978. New formal approaches to the determination of energy and amino acid requirements of chicks. *Poultry Science* 57:197-205.
- Hurwitz, S., Y. Frisch, A. Bar, U. Eisner, I. Bengal and M. Pines. 1983. The amino acid requirements of growing turkeys. 1. Model construction and parameter estimation. *Poultry Science* 62:2208-2217.
- Ivey, F. J., and H. B. Harlow. 1991. Value of a growth model as a decision making tool. NFIA Nutrition Institute Amino Acids Symposium, Rosemont, Ill. June 3-5, 1991.
- Ivey, F. J., and H. B. Harlow. 1992. Improvements in Broiler Production Through the Use of a Growth Model. Novus International Symposium, Lisbon, Portugal.
- Ivey, F. J.; Harlow, H. B. 1994 Application of statistical modelling to predict broiler performance. Proceedings, 9th European Poultry Conference, Glasgow, UK, 7-12 August 1994. Volume II. PP. 13-16.
- Maurus, E. M., F. X. Roth, M. Riestic, and M. Kirchgessner. 1988. Quality and Composition of Carcass Parts of Broilers after Feeding Different Protein and Energy Levels During Prolongation of Finishing Period. *Arch. fuer Gefluegel* 52(5).
- National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of Swine. Tenth Revised Edition, 1998. National Academy Press, Washington, D. C. 1998.
- Parks, J. R., 1982. A theory of feeding and growth of animals. Springer-Verlag, Berlin, 1992.
- Pesti, G. M., R. A. Arraes and B. R. Miller. 1986. Use of the quadratic growth response to dietary protein and energy concentration in least-cost feed formulation. *Poultry Science* 65:1040-1051.
- Talpaz, H., J. R. de la Torre, P. J. H. Sharpe and S. Hurwitz. 1986. Dynamic optimization model for feeding broilers. *Agricultural Systems*. 20:121-132.

GRÃOS DE VALOR AGREGADO NA PRODUÇÃO DE RAÇÕES PARA AVES

Gustavo J. M. M. de Lima

Claudio Bellaver

Ph.D., Pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves
Bolsistas do CNPq

A indústria de rações é um dos maiores e mais dinâmicos segmentos do agronegócio brasileiro, responsável pelo consumo de mais de 60% da produção de milho, 35% da produção de soja e quantidades expressivas de outros grãos. Além disso, ela é importante para a indústria química, uma vez que demanda a produção de grandes quantidades de vitaminas, aminoácidos e microingredientes diversos para alimentação animal. No ano de 1990 foram produzidos um total de 14,8 milhões de toneladas de rações, enquanto em 1999 estima-se que essa indústria produzirá cerca de 31,7 milhões de toneladas. Essa evolução, de 140% em apenas nove anos, representa um mercado que movimenta mais do que US\$6,3 bilhões e gera ao redor de 62.000 empregos diretos (ANFAR/SINDIRAÇÕES, 1999).

A importância do segmento de produção de rações deve-se em grande parte ao fato de estar diretamente atrelado à avicultura e suinocultura. Esses dois setores, juntos, consomem quase 90% das rações produzidas no Brasil (ANFAR/SINDIRAÇÕES, 1999). A expectativa é de crescimento nos próximos anos, uma vez que a avicultura é um dos itens de maior importância na pauta de exportações e existe uma forte tendência de aumento de comércio de carne suína, especialmente para os países da Ásia.

Dessa forma, grande parte do esforço agrícola brasileiro destina-se à alimentação de aves e suínos, os quais devem ser alimentados com ingredientes que apresentem qualidade com vistas à atender os mercados interno e externo. Apesar da grande produção e safras recordes sucessivas, há carência de grãos todos os anos o que obriga à importação, representando perda de divisas. Além disso, com a globalização dos mercados, a importação de grãos passou a ser uma ameaça à agricultura nacional, onde as facilidades de importação, com subsídios nos países exportadores, podem tornar atrativa a compra de grãos com alta qualidade, depreciando o produto nacional.

No Brasil, assim como em muitos países, técnicos e dirigentes foram expostos aos conceitos de busca de qualidade em seus produtos e satisfação dos clientes. **No caso dos produtores de grãos destinados à indústria de rações, os clientes finais são, na maioria, os avicultores e os suinocultores.** Quando esses clientes são questionados se estão satisfeitos com os grãos que estão empregando na alimentação dos animais, a resposta, na maioria das vezes, é negativa. Como exemplo, apresentamos a Figura 1 onde é mostrada a queda do teor de proteína bruta do milho, amostrado aleatoriamente e analisado no Laboratório de Nutrição da Embrapa Suínos e Aves, nos últimos vinte anos. Embora o milho seja, predominantemente, uma fonte de energia para os animais, sua proteína é importante fonte de aminoácidos, principalmente pelo fato desse ingrediente representar, em média, 55 a 80% das rações de aves e suínos.

Entretanto, através de monitoramento da qualidade nutricional do milho produzido na safra 1998/99 no Rio Grande do Sul, realizado pela Embrapa Suínos e Aves em cooperação com a EMATER-RS, observou-se que haviam amostras de milho com teores de proteína bruta variando de 5,18 a 11,16%. Embora não se isolou o efeito de clima, fertilidade do solo e outras condições em que esses grãos foram produzidos, havia maior presença de impurezas e matérias estranhas nas amostras com menor teor de proteína bruta. Por outro lado, observou-se que existem amostras de milho com alto teor de proteína bruta, com teores que certamente muitos nutricionistas acreditavam ser coisa do passado. As mesmas observações são válidas para os teores de óleo encontrados.

Se de um lado os problemas ocorridos após a colheita dos grãos, como ataques de insetos e fungos constituem-se em preocupação constante, os grandes avanços em melhoramento genético animal, no sentido de selecionar animais que apresentem melhores taxas de ganho de peso e eficiência alimentar, tem obrigado o uso de rações com maior densidade em nutrientes. Essa demanda é decorrente, não só do aumento dos níveis de nutrientes exigidos pelas aves e suínos para aumentar a síntese protéica, mas também porque há uma tendência em ocorrer redução do consumo voluntário de ração decorrente da seleção para melhores conversões alimentares. Isso obriga os nutricionistas a utilizarem ingredientes com maior densidade em nutrientes como óleo de soja e aminoácidos sintéticos, que acabam por onerar o custo das rações.

As empresas que pesquisam melhoramento vegetal sempre orientaram seus projetos para o aumento de produtividade de grãos com ênfase secundária, em raros casos, para a qualidade dos grãos. Essa tendência de busca de maior produtividade é lógica e não pode ser abandonada, principalmente considerando-se a escassez de grãos disponíveis à produção de aves e suínos no nosso país. A atual situação de desabastecimento do mercado interno demonstra esse fato. Devido aos prejuízos causados pela ação de insetos e fungos na qualidade dos grãos, os melhoristas vegetais procuraram aprimorar as características de sanidade e arquitetura das plantas, dando-lhe melhor empalhamento e preferindo, muitas vezes, os grãos duros ou semiduros aos grãos moles, como é o caso do milho. Embora essas características possam ser úteis na alimentação animal, não são as únicas que deveriam preocupar os pesquisadores em melhoramento vegetal. Há uma lacuna de entendimento nesse campo.

Do ponto de vista dos nutricionistas e produtores de aves e suínos, os grãos são as maiores fontes de energia e aminoácidos para os animais. Além disso, os conceitos mais modernos de nutrição não atribuem valor aos diferentes ingredientes considerando-se somente as concentrações totais em nutrientes, mas também o grau de digestibilidade e metabolizabilidade desses nutrientes pelos animais.

Entre o plantio das sementes e a conversão dos grãos em carne e/ou ovos, existem muitos pontos de controle que permitem a melhoria da qualidade dos grãos. Os aspectos relacionados com o controle de pontos críticos na fase de pré-processamento de cereais para a fabricação de rações, foram bem enfatizados por Biagi et al. (1996). Entretanto, existe uma grande influência de fatores climáticos e de manejo dos grãos que complicam o controle de qualidade.

A abordagem da melhoria da qualidade através da exploração dos aspectos genéticos dos grãos tem grande potencial de sucesso, podendo resultar em melhoria do desempenho animal com aumento de rentabilidade tanto para os pecuaristas

como para os produtores de grãos. Recentemente, novos cultivares com diferentes características são colocados anualmente no mercado, quer através da ação de técnicas convencionais de melhoramento genético vegetal, quer pelo emprego de técnicas de biologia molecular.

Os grãos com qualidades diferenciadas, atendendo as demandas específicas de setores compradores, como a indústria de rações, tem promovido alteração nas relações comerciais. Esses grãos estão deixando de ser apenas commodities comercializadas em grandes lotes, para se tornarem ingredientes especializados com características desejadas pelos processadores e produtores de rações. Essa mudança é bastante recente, mostrando, segundo Engelke (1997), um grande aumento do valor financeiro das ações de companhias produtoras de sementes de grãos diferenciados por qualidade em nutrientes.

Os cultivares modificados geneticamente para melhoria da composição em nutrientes, tem conquistado grande atenção das empresas produtoras de sementes. Através de relatório do U.S. Feed Grains Council (1999), projetou-se um acréscimo de 21 a 25% na área plantada, da safra 97/98 para a safra 98/99, com milho de valor agregado (branco, ceroso, endosperma duro, alto óleo, alta densidade em nutrientes e alta amilose). Os materiais que apresentaram maior crescimento no último ano foram o milho com alta densidade em nutrientes (aminoácidos) e o milho alto óleo que tiveram crescimentos da área plantada de 71 e 38%, respectivamente.

Os híbridos de milho amarelo com alto nível de óleo vem sendo estudados há décadas por melhoristas americanos, mas ganharam destaque apenas nos últimos anos. Esses materiais são importantes para a moderna indústria de alimentos para animais porque contém mais energia do que o milho comum. De acordo com Dale (1994), em uma avaliação de 29 amostras de milho, variando de 2,9 a 13,1% de extrato etéreo e ajustados para 86% de matéria seca, mostrou-se que a energia metabolizável daqueles genótipos de maior teor de óleo foi de 3850 kcal/kg. A equação de predição da energia metabolizável (EMV) foi de: $EMV \text{ (kcal/kg)} = 3203 + 53 (\% \text{ óleo})$, com $R^2=0,81$. Não resta dúvida que a melhoria da qualidade genética do milho representa, per si, um aumento da competitividade da indústria animal. Isso pode ser comprovado com o trabalho de Bartov e Barzur (1995), que demonstraram que o milho alto óleo para frangos de corte apresenta maior teor de óleo e aminoácidos com incremento na energia metabolizável de 6,4 % em relação ao milho comum. Também Adeola e Bajjalieh (1997), observaram genótipos de milho alto óleo com até 132 % mais óleo e 8% mais energia metabolizável do que o milho convencional para suínos em crescimento.

Valois et al. (1983), estudando o milho opaco e o milho duro, concluíram que o triptofano é a característica que tem maior possibilidade de progresso a partir de programas de seleção genética, seguido do óleo e em último a proteína bruta. Nesse estudo também foi confirmada a correlação negativa significativa entre o peso do grão e percentagem de proteína. Sabe-se, também, que a medida que aumenta-se a produtividade por ha diminui-se consideravelmente a percentagem de proteína do grão. Como exemplo, tem-se os resultados de amostras de milho analisadas para proteína bruta, pertencentes ao banco de dados do Laboratório de Nutrição da Embrapa Suínos e Aves. Ao longo dos anos verificou-se redução no teor médio de proteína bruta de amostras coletadas ao acaso. Embora variações hídricas, climáticas e de fertilidade do solo possam responder por parte desse efeito, houve

um grande aumento de produtividade com o passar dos anos o que confirmaria a idéia de antagonismo entre produtividade e conteúdo protéico. Assim, a seleção convencional para aumento de óleo é relativamente mais simples do que para proteína, havendo também maior variabilidade genética para essa característica nos materiais estudados. Entretanto, com a seleção para aumento de óleo no milho tem ocorrido um concomitante aumento de proteína bruta devido ao aumento do embrião. Esse incremento é da ordem de 1,3% quando o conteúdo de óleo é elevado em 3,5% (U.S. Feed Grains Council, 1999).

O maior enfoque em cultivares de valor nutricional agregado traz consigo vantagens diferenciais na qualidade do milho que asseguram maior lucratividade aos setores de produção vegetal e animal. Na safra 97/98, os produtores norte americanos de milho alto óleo receberam um prêmio da ordem de US\$ 7,87 a US\$ 11,81/tonelada de milho alto óleo produzido, dependendo do teor de óleo nos grãos (U.S. Feed Grains Council, 1999). Comparando-se dois hipotéticos produtores que apresentam a mesma produtividade de 6 toneladas de milho/ha, o produtor de milho alto óleo teria um aumento de lucratividade de US\$ 47,22 a US\$ 70,86.

Segundo Engelke (1997), o milho alto óleo proporcionou maior valor agregado por bushel, em relação ao milho convencional, o qual variou de US\$ 0,38 a US\$ 0,77 para dietas de perus ou poedeiras. Com suínos em crescimento, a redução do custo das rações chegou a 1 centavo de US\$/kg (Adeola e Bajjalieh, 1997). Além disso, os produtores de aves e suínos tem ganhos extras referentes: (a) à redução no transporte e armazenamento com grãos, uma vez que é necessário uma menor quantidade de grãos por unidade de produção; (b) à melhora na eficiência alimentar dos suínos, devido ao menor incremento calórico produzido pelo óleo; e (c) à redução da poeira na fábrica de rações e nas instalações com animais, reduzindo as perdas de ingredientes e incidência de doenças respiratórias. Um aspecto importante do uso de milho alto óleo é que ele promove uma maior produção de energia e proteína por ha sem necessidade de aumento dos níveis de adubação. Essa característica é desejável não só do ponto de vista social, pois abre maiores oportunidades para os pequenos produtores, como também na visão ambiental, já que é necessário uma menor área para produzir a mesma quantidade de nutrientes, quando comparado aos grãos tradicionais.

1 Considerações finais

As cadeias produtivas de aves, suínos e milho apresentam grandes áreas de interseção e deveriam buscar objetivos que contemplem o crescimento conjunto de todos esses setores. **Como as aves e suínos são os maiores clientes do milho, há necessidade de adequação de grãos com qualidade necessária para manter ou aumentar a competitividade da produção desses animais.**

Nos Estados Unidos o setor de grãos com alto valor agregado, tem crescido muito no sentido de fornecer produtos especiais que possam trazer maior retorno para o produtor de milho e para os produtores de aves e suínos, ao mesmo tempo. Isso gera riqueza interna e aumenta a competitividade frente ao mercado exterior.

No Brasil, temos observado queda de qualidade do milho e falta de projetos que unam os setores de grãos e animais em objetivos comuns. A Embrapa Suínos e Aves

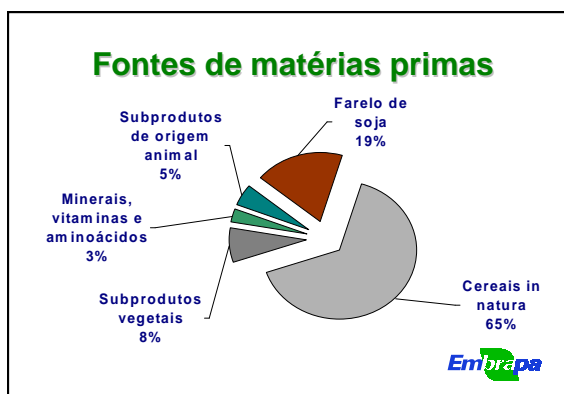
tem a preocupação de melhorar a qualidade nutricional do milho seja ele produto da própria empresa ou de empresas particulares e para isso investe em projetos dessa natureza com o apoio da iniciativa privada.

Mas nem todo o milho que nós nutricionistas temos à disposição é de qualidade inferior. **Uma pergunta deve ser feita: se nós tipificamos nosso produto final como os suínos, por exemplo, porque não tipificar o milho e outros insumos?** Com o uso do NIR (espectrofotometria de reflectância próxima do infravermelho) a tipificação de grãos do ponto de vista de qualidade nutricional não é mais utopia. Cabe aos gerentes de cooperativas e agroindústrias viabilizarem o emprego dessa ferramenta. Dessa forma, todos saem ganhando: os produtores de milho, os produtores de aves e suínos e a agricultura e sociedade brasileira.

2 Referências bibliográficas

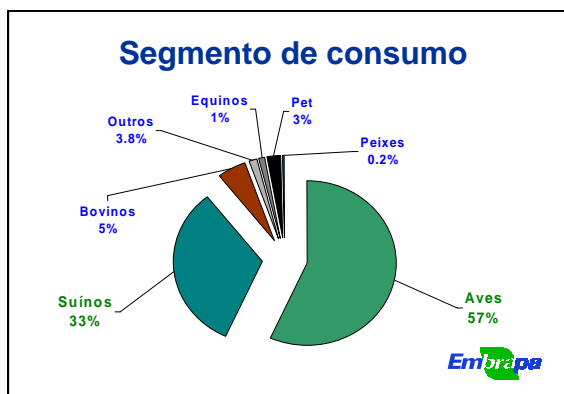
- ADEOLA, O.; BAJJALIEH, N. L. Energy concentration of high-oil corn varieties for pigs. *J. Anim. Sci.* v.75, n.2, p. 430-436, 1997.
- ANFAR/SINDIRAÇÕES. Alimentação animal. Perfil do mercado brasileiro. São Paulo.1999.
- BARTOV, I.; BAR-ZUR, A. *J. Poul. Sci.* v.74, n.3, p. 517-522. 1995.
- BELLAVER, C.; LIMA, G. J. M. M. Milhos de qualidade superior na alimentação de suínos e aves. In: Workshop sobre qualidade de milho. Dourados, MS. Anais... Dourados: Embrapa CPAO. 1998. 78p. (Embrapa CPAO. Documentos, 23).
- BELLAVER, C.; LIMA, G.J.M.M. de; BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; MAZZUCO, H. Grãos de qualidade para alimentação animal. *Seed News*, 1999. Setembro/outubro, 1999, p.16-20.
- BIAGI, J. D.; SILVA, L. O. N. DA; MARTINS, R. R. Importância da qualidade dos grãos na alimentação animal. In: Simpósio latino-americano de nutrição animal e seminário sobre tecnologia de produção de rações. Anais... Nov. 1996. P. 21-45. 1996.
- DALE, N. Matching corn quality and nutritional value. *Feed Mix.* 2 (1):26-9. 1994.
- ENGELKE, G. L. Advances in corn Hybrids bring change. *Feedstuffs* 69(20):1, 29-36. 1997.
- LIMA, G.J.M.M. de. Importância da qualidade nutricional da soja e de seus subprodutos no mercado de rações: situação atual e perspectivas futuras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. Londrina, 1999. Londrina, PR. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.165-175. (Embrapa Soja, Documentos, 124).
- LIMA, G.J.M.M.; GUASTALE, S.R.; GIL, L.H.V.G. & MULLER, N. M. Avaliação de cultivares de soja com e sem inibidor de tripsina Kunitz sobre o crescimento de camundongos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DE ANIMAIS DE LABORATÓRIO, 6, 1998, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: COBEA, nov., 1998, p.25-26..
- LIMA, G.J.M.M.; GUASTALE, S.R.; GIL, L.H.V.G. & MULLER, N. M. Soja comum ou sem inibidor de tripsina Kunitz em dietas de camundongos de 20 a 41 dias de idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DE ANIMAIS DE LABORATÓRIO, 6, 1998, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: COBEA, nov., 1998, p. 27-28.

U.S. GRAINS COUNCIL. 1997-1998 Value-enhanced corn quality report. Building markets for America's grains. U.S. FEED GRAINS COUNCIL. 1999. 90p.
VALOIS, A. C.C.; TOSELLO, G. A.; ZONOTTO, M.D. e SCHMIDT, G.S. 1983. Análise de qualidade de grãos de milho. Pesq. Agropec. Bras. 18(7):771-8.



Demanda de Matéria Prima 1999

Ingrediente	1000 t
Milho	19.984,0
Farelo de soja	6.242,3
Subprodutos vegetais	2373,0
Subprodutos animais	1.376,6
Sorgo/triguilho	848,2
Minerais, vit. ,Aminoácidos	837,4
Total	31.730,0



Produção de Grãos - Safra 98/99 (CONAB, Julho/99)

- ✓ Total = 82,1 milhões de toneladas (↑ 7,7%)
- ✓ Valor bruto da produção = R\$18,8 bilhões
- ✓ Soja = 30,75 milhões de toneladas
- ✓ Milho = 32,23 milhões de toneladas

Participação da Indústria de Rações no Consumo de Grãos

Soja
= 7.218 ton / 31.24 ton = **23%**

Participação da Indústria de Rações no Consumo de Grãos

Farelo de Soja
= 7.218 ton / 31.24 ton = **38%**

Participação da Indústria de Rações no Consumo de Grãos

Milho

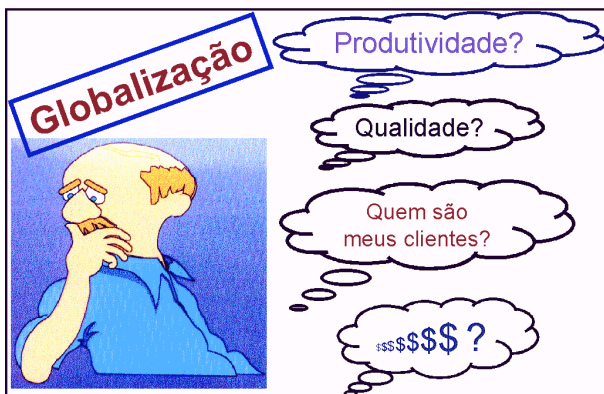
19.98 ton / 32.61 ton = **61%**



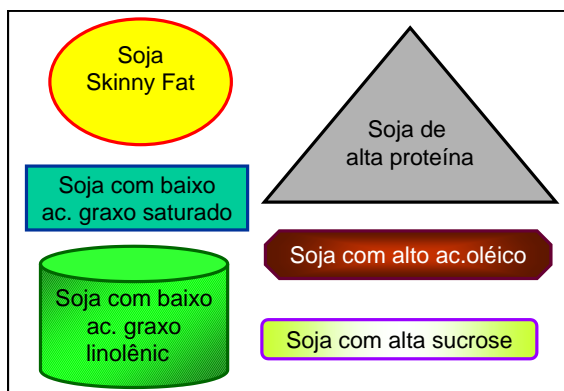
Segmento de consumo

• 90% das rações é consumida por aves ou suínos

• 61% do milho é consumido por aves ou suínos



Soja de alto valor agregado



- Soja de alta proteína
- Composição diferenciada em aminoácidos
- Soja de alto teor de óleo
- Composição diferenciada em CHO solúveis



- Soja isenta de fator antitripsina Kunitz
- Soja isenta de fator antitripsina Bowman-Birk



O que é MILHO????



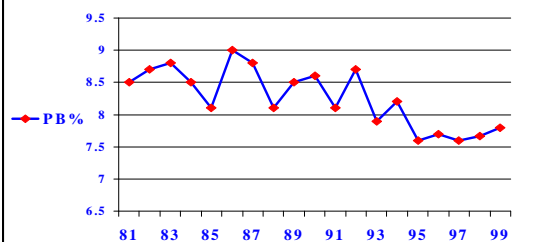
Milho - Tabela Embrapa

De 1979 a 1999

Variável	N	Média	SD	Mínimo	Máximo
MS	489	87,68	1,75	82,69	91,97
PB	637	8,49	0,81	6,43	10,99
EM, aves	23	3228	113	3045	3407
Óleo	356	3,67	0,87	1,41	6,09

Embrapa

Médias anuais de proteína bruta (%) em amostras de milho analisadas no CNPSA



Embrapa

Qualidade nutricional do milho

87 % Matéria Seca

	Proteína bruta, %	Óleo, %
1979 - 1997	8,42	3,64
1998	7,67	3,56
1999	7,82	4,35
Produzido em condições experimentais 1999	9,05	4,40

Análise de Conglomerados

Grupo	Óleo,%	PB,%	FB,%	Lys,%
1 (5)	4,38	10,17	2,44	0,25
2 (26)	3,83	9,15	2,04	0,25
3 (2)	2,24	8,59	3,30	0,28
4 (18)	3,81	8,15	2,95	0,24
5 (5)	3,05	7,89	2,75	0,25

Lima et al. (1999), em publicação

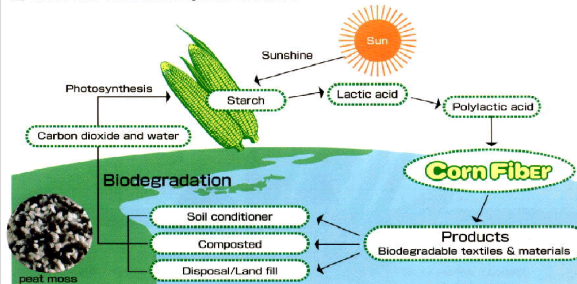
Embrapa

Value-Enhanced Corn

Milho de Valor
Agregado

Embrapa

■ Corn Fiber Circulation System in Nature



1998-1999 VEC Quality Report

Fonte: U.S. Grains Council

	1997 1000 acres	1998 1000 acres	1999 1000 acres	Prêmio US\$/ton
Alto óleo	700	900	1250	7,87-11,81
Alta densidade	140	140	240	3,94-7,87
Alta amilose	30-4	30-4	40-5	47,27

Embrapa

Milho ALTO ÓLEO

- Melhora a eficiência alimentar
- Maior teor de proteína e lisina
- Reduz a poeira durante a moagem
- Melhora uniformidade da mistura

Milho HO

- Correlação negativa entre produtividade e conteúdo de óleo

•Duvick (1984): de 1930 a 1980
A produtividade da cultura de milho aumentou 92 kg / ha ano
Conteúdo em óleo não aumentou

- Híbridos HO apresentam menor conteúdo em amido, menor endosperma e grãos menores

Milho HO

- Método TopCross¹ - nova perspectiva entre produtividade e conteúdo em óleo
- 6-8% Macho polinizador (12-15% óleo)
- +
92-94% Macho estéril (3 - 4% óleo)
- ↓
- Milho com 6 a 8 % óleo**

¹Optimum Quality Grains

Milho

- Alto óleo
- Resistente ao ataque de fungos
- Alta concentração em AA
- Alta digestibilidade dos AA
- Alta digestibilidade em nutrientes
- Composição diferencial em AG

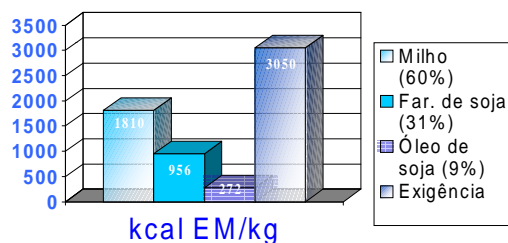


Milho Alto Óleo

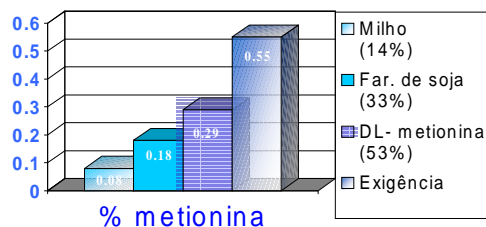
vs.

Milho Alta Densidade em Nutrientes

Contribuição dos ingredientes para a exigência em EM de frangos de corte em fase inicial



Contribuição dos ingredientes para a exigência em metionina de frangos de corte em fase inicial



Laboratório de Nutrição da Embrapa Suínos e Aves



- Identificação de cultivares de milho, soja, triticale e trigo com alta concentração em nutrientes para aves e suínos

Melhoramento Vegetal

Produção de grãos



Sociedade

Nutrição de Aves e Suínos

Produção de aves e suínos

**Programa de monitoramento da
qualidade do milho produzido no
Estado do Rio Grande do Sul
(Safrá 1998-1999)**



Ardidos (%)

Região	Amostras	Média	Mínimo	Máximo
Bagé	2	2.33	1.42	3.24
Taquari	28	2.99	0.80	10.68
Passo Fundo	13	2.36	0.08	9.30
Pelotas	17	1.24	0.00	3.63
Taquari	1	3.26	3.26	3.26
Santa Maria	10	3.45	0.72	18.60
Santa Rosa	35	2.22	0.00	17.97
Erechim	46	2.19	0.00	24.08

Impurezas e Fragmentos (%)

Região	Amostras	Média	Mínimo	Máximo
Bagé	2	1.98	1.12	2.84
Taquari	28	3.09	0.15	12.51
Passo Fundo	13	3.92	0.70	9.37
Pelotas	17	1.18	0.08	5.32
Taquari	1	0.53	0.53	0.53
Santa Maria	10	2.15	0.09	4.61
Santa Rosa	35	2.25	0.00	11.15
Erechim	46	1.82	0.00	6.30

Quebrados (%)

Região	Amostras	Média	Mínimo	Máximo
Bagé	2	13.40	11.61	15.19
Taquari	28	6.58	0.58	16.94
Passo Fundo	13	6.07	0.56	16.42
Pelotas	17	2.66	0.08	12.00
Taquari	1	2.72	2.72	2.72
Santa Maria	3	6.82	4.89	8.44
Santa Rosa	35	6.76	0.00	21.75
Erechim	46	6.28	0.00	18.92

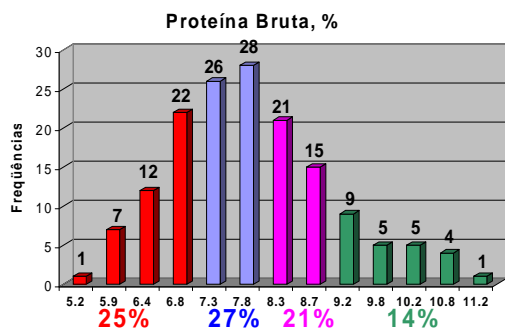
**Milho no Rio Grande do Sul
Safrá 1998/1999**

Variável	N	Média	SD	Mínimo	Máximo
MS, %	168	86.55	3.62	76.73	93.91
PB, %	168	7.82	1.16	5.18	11.16
EB, kcal	168	3874	137.99	3431	4185
Óleo, %	168	4.35	0.47	2.66	5.53



Proteína Bruta (%)

Região	Amostras	Média	Mínimo	Máximo
Bagé	6	6.95	6.19	9.06
Taquari	28	7.77	6.25	9.22
Passo Fundo	13	7.31	5.95	9.24
Pelotas	17	7.04	5.68	7.94
Taquari	1	7.53	7.53	7.53
Santa Maria	19	7.58	5.87	8.71
Santa Rosa	38	7.36	5.18	9.37
Erechim	46	8.89	5.95	11.16



Óleo (%)

Região	Amostras	Média	Mínimo	Máximo
Bagé	6	4.62	3.96	5.53
Taquari	28	4.35	3.80	5.23
Passo Fundo	13	4.33	3.64	4.89
Pelotas	17	3.97	2.66	4.47
Taquari	1	4.13	4.13	4.13
Santa Maria	19	4.44	3.22	5.27
Santa Rosa	38	4.32	3.45	5.42
Erechim	46	4.44	3.13	5.21

Conclusões

Cultivares de milho HO (high oil) são desejáveis para a formulação de dietas para aves e suínos, com redução do custo das dietas.

Aves serão mais beneficiadas do que suínos com essas dietas, devido à maior incorporação de óleo nas dietas desses animais.

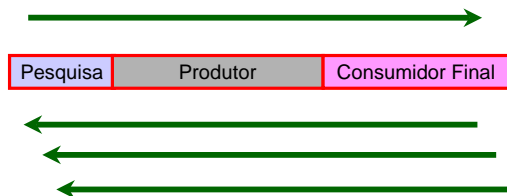


Conclusões

As empresas públicas e privadas ligadas ao melhoramento genético vegetal necessitam **urgentemente** direcionar sua pesquisa para **qualidade nutricional**.



Cadeia Produtiva



Se **tipificamos** o produto final, porque **não tipificar os insumos?**



TERAPIAS NUTRICIONAIS PARA AUMENTAR A PRODUÇÃO AVÍCOLA DURANTE PERÍODOS ESTRESSANTES DE ALTA HUMIDADE E ALTAS TEMPERATURAS AMBIENTAIS

Chet Wiernusz

Ph.D., Cobb-Vantress, Inc.

1 Introdução

Eficiência da produção avícola é influenciada negativamente por altas temperaturas ambientais e umidade. Quando a temperatura corporal da ave sobe, o consumo alimentar, taxa de crescimento, eficiência alimentar, sobrevivência, qualidade da casca do ovo e do pintinho declinam. O problema é principalmente grave quando a temperatura ambiente sobe sendo que a perda de calor associada com resfriamento não- evaporativo (calor perdido pela pele) cai severamente. Durante exposição a altas temperaturas ambientais, a carga de calor da ave aumenta devido ao ganho de calor ambiental e a energia perdida associada com ativação de processos metabólicos necessários para perda de calor. A perda de calor é aumentada por ajustes corporais para aumentar a superfície de área, vasodilatação, aumento de consumo de água e elevação da taxa respiratória. A respiração é muito importante pois a evaporação da água se torna uma rota crítica para perda de calor e infelizmente resfriamento evaporativo compensa somente parcialmente a reduzida perda de calor.

Os criadores de frangos podem tomar varias atitudes, positiva ou negativamente, para influenciar o impacto do estresse pelo calor na performance das aves. Uma ótima produção durante períodos de exposição a altas temperaturas requer que uma combinação de terapias nutricionais e de manejo sejam aplicadas. Algumas medidas terapêuticas são contrárias a outras, fazendo que o processo de escolha seja menos prático a menos que você tenha um conhecimento prático de fisiologia aviária e respostas de comportamento das aves.

2 Considerações gerais

As conseqüências do estresse pelo calor são freqüentemente desproporcionalmente distribuídas em uma região, companhia ou propriedade. Estas variações fazem com que a ocorrência do estresse pelo calor pareça ser ao acaso. A ocorrência de estresse pelo calor e terapia necessária se tornam mais claras quando considerações de balanço térmico são relacionadas com idade, tamanho corporal, tipo de raça, estilo de manejo e histórico de exposição ambiental da ave.

A zona de conforto da ave declina assim que a ave cresce e envelhece. Porém, produtores de aves raramente se preocupam com estresse calórico com suas aves jovens, mas o fazem assim que estes começam a ficar adultos. Linhas mais

pesadas geralmente sofrem mais com este problema de estresse calórico porque eles tem menor superfície de área para perda de calor por unidade de peso. Além disso, outra variável que influencia a susceptibilidade a estresse calórico é a exposição anterior ao estresse calórico. A capacidade dos pintos sobreviverem ao estresse calórico aumenta dramaticamente se eles já tiverem sido expostos a esse problema anteriormente. Este fenômeno, que chamamos aclimatização é medido quando a temperatura corporal de aves aclimatizadas é mais baixa que a daquelas não-aclimatizadas durante estresse calórico. Parte da resposta de aclimatização é devido a redução do consumo alimentar. Todavia, um trabalho de Wiernusz and Teeter (1996) indica que a resposta de aclimatização também pode habilitar a ave a distribuir sua produção calórica diária a períodos mais frescos durante o dia. Outros estudos complementares indicaram que rações com alto conteúdo de gordura tem o potencial de bloquear efeitos de aclimatização obrigando a ave a produzir altos níveis de calor. Em resumo, os produtores de frango podem usar estas observações, não como um meio de evitar o estresse calórico, mas como uma medida relativa para julgar a natureza crítica das opções terapêuticas a serem discutidas abaixo.

2.1 Balanço térmico

Produção de Calor: O balanço térmico de uma ave é composto de produção de calor e sua dissipação. Produção de calor em frangos de corte é relativamente elevada porque a taxa de crescimento é baseada num consumo alimentar com eficiência inerente de uso de energia metabolizável (EM) que alcance 40%. Isso indica que 60% do consumo de EM será perdido pelo calor. Em ambientes frios e amenos (neutros termicamente) o aumento na produção de calor não tem conseqüências adversas. Mas como foi discutido acima, a habilidade de uma ave em dissipar calor durante o estresse calórico é prejudicado fazendo com que a produção de calor excessiva ofereça risco de vida para a ave. A ave por sua vez, em seu esforço para sobreviver, tenta abaixar sua produção de calor consumindo menos comida. O produtor, aquele que esta sempre buscando evitar perdas no crescimento associadas ao estresse calórico, tenta encorajar o consumo alimentar. Nesse estágio, homem e natureza se chocam. Apesar do produtor poder influenciar a natureza com sucesso os resultados variam entre ruins e médios.

Taxa de potencial de crescimento: Em média pouco trabalho já foi feito para estimar a taxa de potencial de crescimento de aves estressadas pelo calor. Se o estresse reduz o potencial de crescimento, então os esforços para balancear a redução de consumo alimentar não terá efeito positivo ou irá simplesmente aumentar a gordura na carcaça. Além disso, muitos trabalhos publicados indicam que a ave estressada pelo calor não é apenas mais leve, mas também mais gorda com gordura total e abdominal aumentada em 0.8% e 1.6% respectivamente (Howlider & Rose, 1987). Esta resposta lipogenica pode ser outra forma de aclimatização como o efeito liquido é a menor produção de calor. Alem disso, estudos (Vasquez et al, 1986) indicaram que a taxa de crescimento de aves estressadas pelo calor, incluindo proteína e também lipídeos, pode ser aumentada com sucesso (Tabela 1). Observe que forçar alimentação nas aves para um nível de consumo mais elevado

umenta mortalidade dramaticamente. Isto é importante porque demonstra que uma manipulação favorável de consumo de energia ira melhorar a taxa de crescimento mas poderá ser desastrosa durante sobrevivência ao estresse calórico.

Tabela 1 — Efeitos da ingestão de alimentos na taxa de crescimento da ave e mortalidade de frangos com estresse calórico (Vasquez et al., 1986).

Nível de Alimentação	Ganho Diário (g)	Ganho de Carcaça (g)	Sobrevivência (%)
Controlada¹			
6.5	30.4 ^a	246 ^a	100 ^a
8.3	41.9 ^b	335 ^b	92 ^b
9.6	55.7 ^c	403 ^c	70 ^c
Consumo Ad libitum¹			
8.5	38.6 ^b	339 ^b	91 ^b

¹Valores de consumo representam ingestão diária de alimento como porcentagem de peso corporal

^{abc} Média dentro de uma coluna com diferença improvável (P<0.05)

2.2 Regulação de temperatura

Resfriamento não evaporativo: Todo tipo de ave usa o resfriamento não-evaporativo como a medida mais importante para perda de calor quando alojadas em ambiente de temperatura ambiental baixa e intermediária. O resfriamento não-evaporativo é a maneira mais eficiente energeticamente para dissipar calor. As aves manipulam o resfriamento não-evaporativo aumentando a superfície de área e fluxo sanguíneo para a superfície do corpo (Bottje and Harrison, 1985). Avicultores devem utilizar seus sistemas de ventilação durante o período da noite para remover o resto de calor o mais rápido possível. O potencial de resfriamento não -evaporativo irá ser restabelecido permitindo uma quantidade máxima de tempo para crescimento compensatório. Quando manipuladas corretamente, as horas da noite podem fornecer uma oportunidade considerável para os frangos de corte recuperarem o potencial de crescimento perdido.

Resfriamento evaporativo: Quando a temperatura ambiente é superior a zona termo-neutra das aves o resfriamento não -evaporativo abaixa e o resfriamento evaporativo se torna a principal maneira de dissipação de calor. As aves podem aumentar dramaticamente o resfriamento evaporativo pelo aumento de sua taxa respiratória. O avicultor inteligente pode fazer mais que simplesmente permitir que seus frangos aumentem sua taxa respiratória de 25 respirações por minuto dentro de um ambiente termo-neutro para acima de 250 respirações por minuto, quando estresse calórico agudo ocorre. Eficiência respiratória (quantidade de calor dissipado por respiração) de frangos com estresse calórico é importante particularmente quando a taxa respiratória aumentada requer gasto de energia e adiciona calorias para a carga calórica das aves, aumentando assim seus requerimentos de dissipação. Outra conseqüência de aumento da taxa respiratória é a ocorrência de alcalose respiratória.

Alem disso, resfriamento evaporativo representa o único método pelo qual a ave com estresse calórico pode aumentar a dissipação de calor.

Umidade relativa afeta dramaticamente o potencial de resfriamento evaporativo durante estresse calórico. A habilidade do ar conter água não é constante, aumentando dramaticamente com a temperatura. Umidade relativa nos fornece uma estimativa de saturação do ar com água a certa temperatura. Com o aumento da umidade relativa, resfriamento evaporativo diminui (eficiência respiratória diminui), aumentando temperatura corporal a menos que a produção calórica seja reduzida. Estes relacionamentos devem ser considerados para um manejo adequado da ventilação e dos resfriadores evaporativos da instalação tais como exaustores e colchões resfriadores.

2.3 Opções de manejo

Os avicultores de hoje em dia se confrontam com numerosas técnicas que se denominam como terapias que compensem as conseqüências dos problemas do calor. Muitas vezes a seleção entre vários métodos de manejo podem ser uma tarefa incerta, como algumas técnicas são boas para aumentar a taxa de crescimento enquanto outras são melhores para a sobrevivência da ave. Isso será alcançado se um método de manejo equilibrado for utilizado onde a ênfase não é colocada exclusivamente em nenhuma variável de produção. O objetivo desta sessão é buscar um balanço entre estas opções para se obter rendimento máximo do produto.

Alimentação: Squib e colaboradores (1959) sugerem que a maior parte das perdas econômicas associadas com estresse calórico resulta de baixo consumo alimentar. Além disso, como foi discutido acima o frango com estresse calórico aumenta sua taxa de crescimento quando o consumo alimentar aumenta tanto que o potencial para se obter taxas de crescimento é ainda válido quando se tem situações não estressantes. Como resultado, certas medidas como abrir comedouros automáticos mais freqüentemente ou fisicamente mexendo nos comedouros, distribuir ração peletizada lentamente para as aves, iluminação contínua e utilização de rações com alta densidade nutricional são usadas por avicultores para balancear consumo reduzido de nutrientes durante períodos de estresse calórico. Todavia, a resposta natural da ave ao estresse calórico é reduzir consumo de alimento num esforço de abaixar produção de calor. Sendo assim, esforços para balancear esta resposta fisiológica podem ser as vezes improdutivos por aumentar a carga calórica das aves e riscos de mortalidade durante estresse calórico agudo. Nos simplesmente não sabemos quando ondas de calor agudas vão ocorrer e isso é nossa maior limitação.

Jejum: Desde que aumentando consumo alimentar eleva mortalidade durante estresse calórico agudo você pode imaginar que reduzindo o consumo favoreceria a sobrevivência da ave. O efeito do jejum em sobrevivência da ave foi documentado pela primeira vez por McCormick et al. (1979) que observou que removendo a ração por 24, 48 ou 72 horas aumentaria o período de sobrevivência. Teeter et al. (1987a) observou que um curto período de jejum também aumenta sobrevivência do frango (Tabela 2). Foi observado que intervalos curtos de jejum como de 3 horas antes do

início do estresse calórico do frango aumenta a sobrevivência do frango enquanto que removendo a alimentação depois do início do estresse calórico foi inútil. É necessário certo tempo para que o trato digestivo da ave elimine todo alimento e reduza a disponibilidade de substrato. Para se manter a performance, os intervalos de jejum acima de 6 a 8 horas antes do início do estresse calórico provavelmente constituem o número máximo alcançado. Submetendo as aves ao jejum por 6 horas antes do início do estresse calórico, juntamente com um período de estresse calórico de 6 horas, aumenta o tempo sem alimentação para 12 horas.

Tabela 2 — Efeito do tempo de remoção da alimentação na habilidade frangos de corte sobreviverem ao estresse calórico agudo¹ (Teeter et al., 1987a).

Tempo de remoção de alimento relativo ao início do estresse	Temperatura ambiente (°C) durante a remoção de alimento	Sobrevivência (%)	
		Experimento 1	Experimento 2
24 hr antes	26.7	92.0 ^a	—
12 hr antes	26.7	86.7 ^a	81.7 ^a
6 hr antes	26.7	80.0 ^a	70.0 ^{ab}
3 hr antes	26.7	—	67.7 ^{ab}
Início do estresse	32.2	—	60.2 ^{bc}
2 hr depois	35.0	—	48.7 ^{cd}
3 hr depois	36.7	—	49.0 ^{cd}
4 hr depois	38.8	—	48.7 ^{cd}
Sem remoção	—	51.6 ^b	45.2 ^d

¹Calor é definido como um ambiente com 32.2°C e 55% de umidade relativa

^{a-d} Médias dentro de uma coluna com diferença improvável (P<.05). Obtido do Nutrition Report International. 1987.

Para que o jejum funcione é muito importante que seu início seja sincronizado com o início do estresse calórico. A definição correta de quando o estresse calórico ocorre pode ser complexa. Condições ambientais levando a ave ao estresse calórico variam com a linhagem, histórico ambiental anterior, idade e outras considerações de manejo nutrição fisiologia. O produtor pode contornar estas variáveis complexas que se interagem simplesmente definindo o início do estresse calórico em seu lote pelo período que a ave começa a arfar e exibir sinais de desconforto. Se necessitar de maior precisão, a temperatura corporal vai aumentar 0.5 C durante o início do período de estresse calórico. O início do jejum deveria começar aproximadamente 6 horas antes do início do estresse calórico e permanecer até que a temperatura ambiente comece a cair.

A maior preocupação com respeito a terapia de jejum é que taxas de crescimento vão ser prejudicadas. Esta terapia deve ser usada quando você estiver preocupado com a sobrevivência da ave, e não tem a intenção de melhorar a taxa de crescimento. Mas felizmente o impacto em taxa de crescimento é mínima. O princípio do efeito do jejum é simplesmente direcionar o consumo alimentar da ave e seu crescimento para períodos de exposição ambientais termo-neutras.

Outra conseqüência do jejum inclui problemas encontrados quando o alimento é então fornecido para as aves. O alimento deve ser introduzido de maneira que a

ave não fique extremamente excitada e comecem a se machucar durante a primeira fase de alimentação. Espaço suficiente do comedouro e o som dos comedouros automáticos, os quais aumentam a excitação da ave, podem levar a problemas em certas situações.

Um trabalho conduzido por Lott (1990) onde o alimento foi removido 4 horas antes da exposição ao calor e oferecido de volta 1 hora antes do estresse calórico indicou que as aves podiam tolerar a combinação de consumo de alimento e estresse calórico. Isso indica que manuseando as aves de certa maneira estimula o consumo de água (o que vai ser discutido abaixo) os quais pode ser correlacionado positivamente com sobrevivência da ave. Este estudo ilustra que antes que se compreenda os muitos processos fisiológicos interativos que afetam o frango estressado pelo calor, vários experimentos deverão ser realizados.

Balanço ácido-básico: O aumento da taxa respiratória durante estresse calórico é crítico para manutenção da temperatura corporal. Todavia o aumento da ventilação alveolar, necessária para o resfriamento evaporativo também resulta em perda de dióxido de carbono e distúrbios no equilíbrio ácido-básico (Bottje et al., 1985; Teeter et al., 1985). As conseqüências específicas do desequilíbrio ácido- básico são ainda especulativas. Ganho de peso em frangos aumenta depois de beber água com carbonatação (Bottje, 1985) ou suplementação com ácidos como NH₄Cl e HCl (Teeter et al., 1985), indicando que a manutenção de CO₂ e/ou pH sangüíneo é crítico para taxa de crescimento. Todavia, em outros estudos (Teeter and Smith, 1986; Teeter and Smith, 1987) o crescimento foi elevado com KCl, NaCl e K₂SO₄, apesar do desbalanço ácido - básico das aves. A adição de NH₄Cl para estes tratamentos para recuperar o pH sangüíneo à níveis normais não melhorou ganho de peso. A única denominação comum entre tratamentos foi a correlação positiva entre taxa de crescimento e consumo de água. Estes dados indicam que várias suplementações na água de bebida alteram a taxa de crescimento primeiro por forçar a ave a aumentar seu consumo de água. Os efeitos do consumo de água no balanço térmico, discutido na próxima sessão, são importantes. É importante observar que balanço ácido- básico se torna limitante para ambos crescimento e sobrevivência quando o consumo de água é igualado, portanto não podemos deixar de lado.

Manejo da água: Consumo de água pela ave com estresse calórico é crítico. Sua importância não é levada em conta pelo fato que aves com estresse calórico dissipam acima de 80% de sua produção de calor através de resfriamento evaporativo (Wiernusz and Teeter, 1993; Van Kampen, 1974). A adição de vários sais na água de bebida altera o balanço osmótico da ave, aumenta consumo de água e influencia balanço hídrico. A suplementação da água com cloreto de potássio durante estresse calórico melhora a performance e reduz corticosterona do soro (Deyhim and Teeter, 1990). Vários estudos (Smith & Teeter, 1988; Teeter & Smith, 1987; Belay & Teeter, 1993) indicam que o aumento no consumo de água beneficia a ave por agir como um receptor de calor como também por aumentar a quantidade de calor dissipado na respiração. Estes efeitos de balanço térmico são observados principalmente quando a temperatura da água cai a 28 C ou abaixo. Os benefícios na performance (taxa de crescimento, eficiência alimentar e sobrevivência) são dependentes do ambiente.

Cada variável de performance melhorou pela melhoria do manejo da água em certas condições.

A extensão de dissipação de calor evaporativo e calorias dissipadas pela respiração estão correlacionadas com nível de consumo de água e balanço (Belay and Teeter, 1993). As aves com balanço hídrico positivo são mais capazes de manter a homeostasia da temperatura corporal. Este relacionamento tem uma grande importância pois o estresse calórico aumenta a produção de urina independente de ingestão de água, forçando a ave a manter um consumo de água mais elevado que aquele necessário para repor água perdida durante resfriamento evaporativo. Por outro lado, aves silvestres tem a habilidade de reduzir a produção de urina e elevar a extensão de resfriamento evaporativo e sua eficiência. O manejo de aves para um potencial máximo de resfriamento evaporativo e dissipação de calorias pela respiração se resume em consumo de água. Aumentando o consumo de água com KCl e/ou reduzindo a temperatura da água eleva o resfriamento evaporativo e dissipação de calorias pela respiração. Os dados indicam que aumentando o consumo da água 20% acima de níveis basais pode aumentar perda de calor pela respiração em 30% (Belay and Teeter, 1993). Os motivos para este fenômeno em frangos de corte são ainda especulativos, mas podem incluir o fato que a maioria da seleção genética ocorre na presença de comida e água a vontade. Nossas aves de hoje em dia perderam a capacidade de reter líquidos durante estresse calórico.

Temperatura da água de bebida: Importantes interações existem entre adição de sal para água de bebida e temperatura da água. Os dados apresentados na Tabela 3 representam uma média entre três experimentos (Teeter et al., 1987b), indicam que suplementação de água de bebida com KCl aumenta o consumo alimentar e taxa e crescimento quando a temperatura da água consumida foi mais baixa que a temperatura corporal dos frangos. A adição de sal na água de bebida com temperatura semelhante a da ave não teve efeito benéfico. Todavia, abaixando a temperatura da água sem adição de sal para estimular consumo de água também mostrou ser benéfico. Portanto os efeitos de abaixar a temperatura da água e adição de sal somam-se. Aumento no ganho de peso ocorreu devido a elevação no consumo de alimento pela ave, o qual compensa parte do efeito hipotérmico.

Tabela 3 — Efeitos da temperatura da água e efeitos do KCl em frangos estressados pelo calor¹ (Teeter et al., 1987b)

Temp. água (°F)	ADG (G)		Cons. Diário de Água (ml)		Temp. Corporal (°C)	
	Controle	+5% KCl	Controle	+5% KCl	Controle	+5% KCl
55	55.4	60.2 ^b	364 ^b	470 ^a	42.8 ^{ab}	42.7 ^b
88	50.3 ^c	56.5 ^{ab}	359 ^{bc}	466 ^a	43.1 ^a	42.9 ^{ab}
108	47.0 ^{cd}	42.5 ^b	364 ^b	340 ^c	43.3 ^a	43.1 ^a

¹Combinação de três experimentos.

^{a-d} Médias dentro de uma classificação, com diferenças improváveis (P<.05).

Suplementação mineral da água de bebida: Um experimento por Belay et al. (1993), utilizando aves com colostomia indicou que o estresse calórico aumenta a

excreção na urina de potássio, sódio, zinco e molibdênio e aumenta excreção nas fezes de cálcio, manganês, selênio e cobre. Retenção de sais de magnésio e fósforo foi reduzida em ambas excreções na urina e fezes. Ainda não está claro se benefícios específicos devido a certos minerais existem independente de consumo de água. A evidencia mais forte é que misturas de sais ricas em potássio aparentemente são superiores as de sódio para frangos. Pode ser devido a efeitos específicos de ânions e isso deve ser investigado. Sendo que esta área esta cheia de especulações e curta em fatos, terapias eficazes provavelmente emergirão de estudos em andamento com aplicações dirigidas à estresse agudo, crônico e ganhos compensatórios após o estresse. A maioria dos estudos relacionados com suplementação mineral da água foram realizados em frangos de corte. Matrizes de corte irão provavelmente necessitar uma suplementação mineral relacionada com suas necessidades. Estudos futuros irão investigar estes pontos.

2.4 Composição da ração

Densidade calórica e fonte de caloria: Várias manipulações da dieta avaliaram a eficácia de reduzir-se as conseqüências do estresse calórico (Moreng, 1980; Leeson, 1986). Taxa de crescimento aumenta quando gordura é suplementada (Dale and Fuller, 1979). Estes efeitos na formulação de ração são mediados por menor perda de calor a qual capacita a ave a ter maior consumo de alimento e assimilação pelo tecido. O efeito de redução de incremento calórico da dieta por conversão de fontes calóricas em gordura é freqüentemente associado com uma elevação em consumo de energia, a qual na maioria dos casos impede o incremento calórico reduzido da ave. Belay et al. (1993) estudou estas manipulações da dieta, dando ênfase em sobrevivência da ave em ambientes de temperatura cíclica e concluiu que aumentando energia da dieta, aumenta a mortalidade e ganho de peso corporal durante sobrevivência a estresse calórico. Em relação ao uso de gordura, em resumo, a indústria aparentemente está encarando um dilema de dar ênfase em taxa de crescimento ou reduzir a mortalidade. Infelizmente, mesmo com aumento na taxa de crescimento mediada pela gordura, a produção de calor pela ave aumenta. Taxa de crescimento não deve ser a única consideração. Se a composição de carcaça é importante, o ganho de gordura adicional associado com densidade calórica elevada deve ser suficiente para reduzir o seu uso.

Considerações sobre proteína: Um assunto relacionado com o manejo de aves com estresse calórico e de ainda de muita controvérsia é a nutrição de proteína e aminoácidos. Elevação ou diminuição do uso de proteínas são recomendados baseadas no balanço de aminoácidos (Kubena et al., 1972, Waldroup et al., 1976). Teeter & Wiernusz confirmaram os estudos de Waldroup ao abaixar a proteína da dieta, enquanto mantendo níveis de aminoácidos essenciais na dieta e observaram que isso melhorou o crescimento das aves e sua sobrevivência. Além disso, este experimento foi o único que ofereceu melhorias em ambas taxa de crescimento e sobrevivência.

Fontes de metionina: Para se obter taxas calóricas de proteína mais baixas, menos proteína intacta, mais aminoácidos cristalinos devem ser usados na ração. Rações a base de milho e soja requerem suplementação de metionina para se obter uma performance adequada das aves. DL-2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid (DL-HMB) e DL-methionine (DLM) são geralmente usados como fonte suplementar de metionina. Swick & Pierson (1989) publicaram que DL-HMB melhorou a eficiência alimentar quando comparado com DLM durante estresse calórico. Apesar da eficácia de DL-HMB durante exposições à altas temperaturas não ter ainda sido explicado, este conceito nos levou questionar algumas dúvidas levantadas pelos profissionais da indústria, os quais buscavam maior produtividades de aves submetidas ao estresse calórico.

Wiernusz et al. (1993) não puderam detectar diferenças na performance entre DL-HMB e DLM em dois experimentos. DLM e DL-HMB foram detectados em ganho de peso-vivo, eficiência alimentar ou mortalidade aos 49 dias de idade após exposição ao estresse calórico por 28 dias. Da mesma maneira, todas variáveis da carcaça foram consideradas semelhantes para as duas fontes de metionina. Um efeito curioso e significativo do uso de fontes de metionina durante o primeiro experimento e numericamente no segundo experimento foi que aves estressadas pelo calor que consumiram DL-HMB tiveram maior produção de calor que as aves que receberam DLM. O calor produzido pelas aves com suplemento de DL-HMB (11% experimento 1, 3% experimento 2) foi eficientemente dissipado por resfriamento evaporativo. Em consequência, nenhuma diferença foi observada para temperatura corporal ou performance.

Promotores de crescimento: O modo de ação dos promotores de crescimento vem sendo discutido por vários anos. A teoria mais aceita é a de melhor porcentagem de mistura devido ao menor conteúdo intestinal. Sendo que o trato intestinal representa grande fonte de calor metabólico você pode imaginar a correlação com estresse calórico. Belay e Teeter (1996) avaliaram o uso de virginiamycin (VM) para aliviar estresse pelo calor. Os níveis de VM avaliados incluem 0, 15 e 20 ppm. Em dois estudos, as aves foram expostas à temperaturas termo-neutras (24 C), ou temperatura cíclicas de estresse calórico (24 - 35 C). Num ambiente fresco, 15 e 20 ppm de suplementação de VM melhorou o ganho de peso corporal (+1.3%, +2.2%), taxa de ganho / ração (conversão alimentar) (+2.0%, +6.1%) e sobrevivência (+1.5%, +2.1%) comparados com controles TN. Num ambiente de estresse calórico, 15 e 20 ppm de VM melhorou o ganho de peso corporal (+3.1%, +1.7%), taxa de ganho / ração (conversão alimentar) (+7.5%, +10%), e sobrevivência (+3.1%, +6.2%) comparados com controles de estresse calóricos. Os efeitos de VM em mortalidade das aves durante o estresse pelo calor foram mais marcantes e provavelmente são o resultado de ambos redução do desafio imune e / ou produção de calor. Diminuição da produção de calor seria esperada em ambas teorias de redução de massa gastrointestinal e de redução de desafio imune. Ainda não está claro se outros promotores de crescimento irão fornecer as mesmas vantagens durante estresse calórico como as que foram obtidas com a VM.

Uso de nicarbazin: Vários estudos tem indicado que nicarbazin aumenta mortalidade durante períodos de alta temperatura e estresse calórico. Foi observado

por Wiernusz e Teeter (1991) que Maxiban[®], que é uma combinação de narasin e nicarbazin (50 ppm cada), reduziram a sobrevivência de aves durante estresse calórico. O modo de ação da toxicidade por nicarbazin pode estar relacionado com o aumento da produção de calor (Wiernusz and Teeter, 1995). Embora nicarbazin é uma droga anticoccidiana muito efetiva, seu uso deve ser evitado durante períodos de temperatura elevada, não levando em conta seu uso em combinação com outros anticoccidianos.

Fortificação por vitaminas: Resultados obtidos por vários estudos de fortificação por vitaminas indicaram uma variedade de resultados, sendo que as respostas foram de mínimas à excelentes. De uma maneira geral, vitaminas não resolvem o problema de estresse calórico. Porém, é muito importante que a ave receba um bom premix com bom conteúdo vitamínico e não tenha deficiências vitamínicas. Foi observado que removendo premix vitamínico de frangos com estresse calórico a performance destas aves fica reduzida (3.2%) quando comparadas com aves que também tiveram o premix vitamínico removido mas que estavam alojadas num ambiente termo-neutro (2.8%). Não é necessário dizer que estas reduções na performance compensam o custo do premix vitamínico.

3 Conclusões

Produção de frangos durante períodos de estresse calórico inicia com bom manejo. Considerações de manejo incluem modelos de instalações como também cuidados com a ração e água de bebida. Medidas terapêuticas devem buscar o impacto em balanço térmico de uma maneira consistente com a gravidade do estresse. A sobrevivência pode ser elevada, aumentando-se a dissipação de calor e / ou reduzindo a produção de calor. A melhoria da taxa de performance está geralmente associada com elevação da produção de calor e a menos que esforços sejam feitos para aumentar simultaneamente dissipação de calor a mortalidade irá aumentar.

4 Referências bibliográficas

- Belay, T. and R. G. Teeter, 1993. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *Poultry Sci.* 72:116-124.
- Belay, T. and R. G. Teeter, 1996. Virginiamycin and caloric density effects on live performance, blood serum metabolite concentration, and carcass composition of broilers reared in thermoneutral and cycling ambient temperatures. *Poultry Sci.* 75:1383-1392.
- Belay, T., K. E. Bartels, C. J. Wiernusz, and R. G. Teeter, 1993. A detailed colostomy procedure and its application to quantify water and nitrogen balance and urine contribution to thermobalance in broilers exposed to thermoneutral and heat-distressed environments. *Poultry Sci.* 72:106-115.
- Bottje, W. G., P. C. Harrison, 1985. Effect of tap water, carbonated water, sodium bicarbonate, and calcium chloride on blood acid-base balance in cockerels subjected to heat stress. *Poultry Sci.* 64:107-113.

- Dale, N. M. and H. L. Fuller, 1979 Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. *Poultry Sci.* 58:1529-1534.
- Deyhim F. and R. G. Teeter, 1990. Acid base balance and plasma corticosterone of heat distressed broilers consuming KCl and NaCl supplemental drinking water. *Poultry Sci.* 69(Suppl. 1):163.
- Howlider, M. A. R., and S. P. Rose, 1987. Temperature and the growth of broilers. *World Poultry Sci. J.* 43:228-237.
- Kubena, L. F., B. D. Lott, J. W. Deaton, F. N. Reece, and J. D. May, 1972. Body composition of chicks as influenced by environmental temperature and selected dietary factors. *Poultry Sci.* 51: 517-522.
- Leeson, S., 1986. Nutritional considerations of poultry during heat stress. *Worlds Poultry Sci.* 42:69-81.
- Lott, B. D, 1990. Effect of feeding on body temperature and water consumption of male broilers subjected to a heat exposure. *Poultry Sci.* 69(Suppl. 1):176.
- McCormick, C. C., J. D. Garlich and F. W. Edens, 1979. Fasting and diet affect the tolerance of young chickens exposed to acute heat stress. *J. Nutr.* 109-1797-1809.
- Moreng, R. E., 1980. Temperature and vitamin requirements of the domestic fowl. *Poultry Sci.* 59:782.
- Smith, M. O. and R. G. Teeter, 1988. Practical application of potassium chloride and fasting during naturally occurring summer heat stress. *Poultry Sci.* 67(Suppl. 1):36.
- Squibb, R. L., M. A. Guzman, and N. S. Scrimshaw, 1959. Growth and blood constituents of immature New Hampshire fowl exposed to a constant temperature of 90F. for seven days. *Poultry Sci.* 38: 220-221.
- Swick, R. A. and E. E. M. Pierson, 1989. Effect of methionine and dietary acidulants on broilers during heat stress. *Poultry Sci.* 68(Suppl. 1):208.
- Teeter, R. G. and M. O. Smith, 1986. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride, and potassium carbonate. *Poultry Sci.* 65:1777.
- Teeter, R. G. and M. O. Smith, 1987. *Proceedings Georgia Nutrition Conference.* University of Georgia, P. 160-169.
- Teeter, R. G., M. O. Smith, and C. W. Mittelstadt, 1987b. Effect of drinking water temperature and salt addition on body temperature and growth rate of broilers exposed to cycling temperature stress. *Poultry Sci.* 66(Suppl. 1):185.
- Teeter, R. G., M. O. Smith, F. N. Owens, S. C. Arp, S. Sangiah and J. E. Breazile, 1985. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. *Poultry Sci.* 64:1060-1064.
- Teeter, R. G., M. O. Smith, S. Sangiah and F. B. Mather, 1987a. Effects of feed intake and fasting duration upon body temperature and survival of thermostressed broilers. *Nutrition Reports International* 35:531-537.
- van Kampen, M., 1974. Physical factors affecting energy expenditure. In: *Energy Requirements of Poultry*, pp. 47-59. ed. T. R. Morris and B. M. Freeman, Bri. Poult. Sci. Ltd, Edinburgh.
- Vasquez, R., M. O. Smith, and R. G. Teeter, 1986. Effects of feed intake level and fasting duration upon body temperature and survival of the 7 week old broiler exposed to acute cycling thermostress. *Poultry Sci.* 65(Suppl. 1):197.

- Waldroup, P. W., R. J. Mitchell, J. R. Payne, Z. B. Johnson, and K. R. Hazen, 1976. Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. *Poultry Sci.* 55:243-253.
- Wiernusz, C. J. and R. G. Teeter, 1991. Maxiban effects on heat-distressed broiler growth rate and feed efficiency. *Poultry Sci.* 70:2207-2209.
- Wiernusz, C. J. and R. G. Teeter, 1993. Feeding effects on broiler thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *Poultry Sci.* 72:1917-1924.
- Wiernusz, C. J. and R. G. Teeter, 1995. Nicarbazin effects on broiler thermobalance during high ambient temperature stress. *Poultry Sci.* 74:577-580.
- Wiernusz, C. J. and R. G. Teeter, 1996. Acclimation effects on broiler thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure and different feeding regimens. *British Poultry Sci.* 37:677-687.
- Wiernusz, C. J., K. R. McDonald, J. J. Cason, and R. G. Teeter, 1993. An evaluation of DL-methionine and 2 hydroxy-4-methylthio butanoic acid on broiler thermobalance, growth rate, survivability, and carcass composition during cycling high ambient temperature. *Poultry Sci.* 72 (Suppl. 1):198.

VARIABILIDADE DE ALIMENTO E DOS INGREDIENTES DO ALIMENTO: IMPACTO NA PERFORMANCE DE FRANGOS E CORTE E LUCRO

R. H. Fawcett

M. Webster

¹University of Edinburgh, Institute of Ecology and Resource Management, School of Agriculture Building, Kings Buildings, West Mains Road, Edinburgh EH9 3JG, U.K. ²Format International Ltd., Format House, Poole Road, Woking, GU21 1DY, U.K.

1 Introdução

As variações na qualidade de alimento animal é citado como a maior causa de desvio entre performance planejada e observada no crescimento de lotes de frangos de corte. A qualidade de alimento fornecido e seu perfil nutricional pode falhar no sentido de combinar os requerimentos nutricionais através do alimento consumido (Ivey, 1999 3 /id)(Duncan 1988 4 /id). Modelos nutricionais de crescimento fornecem um meio de explorar as conseqüências do desvio entre performance real e observada resultando da variação da composição da dieta (Fawcett, Webster, et al. 1992 2 /id).

Em um sistema de produção de frangos de integração vertical, as tendências sistemáticas podem influenciar os resultados pois todas as colheitas podem estar simultaneamente abaixo ou acima do esperado devido a uma sincronia para uma causa comum.

Onde a performance media real é o objetivo médio e é normalmente distribuído com uma pequena variação e a resposta final for simétrica tanto que os ganhos financeiros compensem as perdas financeiras, a variação em performance que pertence a variação na composição da dieta pode ser ignorada com segurança. Todavia, onde o desvio esperado não for zero e / ou as respostas financeiras forem assimétricas e a contribuição para variância no lucro é substancial, investimento em redução de estratégias de risco tem um retorno potencial. As condições para retorno podem ser encontradas em sistemas de produção vertical integrados e firmas de processamento (Duncan 1988).

Identificando a extensão e a causa do desvio entre performance real e planejada com certeza tem de ser seguido por análises práticas de medidas de custo-benefício as quais podem ser tomadas para reduzir os impactos financeiros negativos do desvio entre performance planejada e real.

O nível alvo da performance pode ser previsto e planejado usando um modelo de simulação adequado (Emmans, Fisher, et al. 1999 16 /id). O efeito da variação do alimento na performance pode ser explorado pela alimentação com dietas modelo as quais simulam a variabilidade esperada na composição de nutrientes. A performance pode ser medida como valor de rendimento através da distribuição de pesos de carcaça e gordura no dia do abate.

2 Perspectiva histórica

O problema de variabilidade de ingredientes é assunto de várias publicações nos Estados Unidos. Esta literatura segue consistentemente uma linha onde a única fonte de variação no produto final é a variação de ingredientes brutos. A solução é introduzir restrições de probabilidades na formulação para garantir níveis mínimos de nutrientes importantes.

Oportunidade de restrições de probabilidades foi uma das primeiras tentativas para introdução de restrições de probabilidades em um esquema linear de programação (Charnes & Cooper 1959 11 /id). Os nutricionistas tinham suas próprias margens práticas de segurança (Nott & Combs 1967 5 /id). Programação quadrática foi aplicada com sucesso em problemas de pequena escala (Chen 1973 6 /id). O mesmo resultado foi conseguido através da programação linear (Rahman & Bender 1971 7 /id).

Uma tentativa de programação foi iniciada por Neal, France, et al 1986 e depois desenvolvida por Rehman e Romero 1987 e colegas na Espanha. O objetivo era encontrar uma especificação de custo mínimo. O problema com esta tentativa de programação esperada foi que ela era feita sem considerações aos riscos crescentes impostos por reduzir especificações particularmente onde margens de segurança são calculadas para lidar com a elevação de requerimentos nutricionais quando os animais estão estressados.

O termo programação estocástica (Stochastic Programming) que incluem variações ao acaso em uma moldura de programação matemática e isto encorajou a publicação de outros trabalhos recentes (D'Alfonso, Roush, et al. 1992 8 /id) (D'Alfonso, Roush, et al. 1993 9 /id) (Cravener, Roush, et al. 1994 10 /id). O Microsoft Excel™ spreadsheet agora o capacita de aplicar as restrições estocásticas em combinação com o solver linear (Baig & Miller 1998 12 /id). Todos estes programas americanos funcionam e alguns no Reino Unido falham no ponto que existem outras fontes de variação do produto final, no qual pode ser maior que a contribuição da variação na composição de ingredientes brutos. A referência chave para a contribuição de variância do processo de fabricação pode ser encontrado no título: "formulação de dietas eficazes" (Burdett & Laws 1979 1 /id) e algum trabalho já tem seguido esta linha de raciocínio (Fawcett & Webster 1991 25 /id) (Fawcett, Webster, et al. 1992 2 /id) (Fawcett & Webster 1996 26 /id).

Sendo que existem outras fontes significantes de variação, qualquer probabilidade de cálculo baseado em variação de ingredientes por si próprias podem ser defectivas.

Pesquisadores na Universidade do estado da Pensilvânia, Estados Unidos compararam programação estocástica com relação a margem do método de segurança, os experimentos foram direcionados contra a margem do método de segurança (D'Alfonso, Roush, et al. 1993 9 /id) porque as especificações do produto usados para os dois métodos foram diferentes significativamente. O tamanho da população de aves nos experimentos não importa, as conclusões também não são confiáveis porque poucos experimentos foram realizados.

Um conceito bastante aceitável é que os animais respondem à nutrientes na dieta e não ao método pelo qual o conteúdo dos nutrientes foi formulado. Qualquer diferença entre dietas formuladas por algoritmos indica vários fatores de tolerâncias na especificação, assumindo que a mesma especificação alvo foi tomada em primeiro lugar. A diferença fundamental entre uma garantia de 85% em conteúdo de proteína

bruta mínima de um algoritmo em relação ao outro é a magnitude do desvio padrão estimado no conteúdo de proteína bruta da mistura. O algoritmo com o menor desvio padrão estimado em proteína bruta irá produzir menor proteína bruta. Aquele com o desvio padrão mais elevado em proteína bruta vai produzir uma quantidade maior de proteína bruta. A diferença entre animal e desempenho financeiro estão neste fato.

Um algoritmo que incorpore erros de pesagem tais como o QC-MixTM da Format tenderá a prever um desvio padrão mais elevado em conteúdo de proteína bruta comparado com o modelo de programação estocástica no qual ignore erros de pesagens. A probabilidade de garantia no modelo de programação estocástica é portanto inválida.

Quando aplicada corretamente, uma margem LP modificada do método de segurança pode produzir uma especificação quase idêntica a aquela produzida pelos métodos de programação estocásticos e retém as vantagens do LP sobre o SP (Rahman & Bender 1971 7 /id).

Para sabermos qual algoritmo que produz a dieta mais lucrativa depende na sensibilidade da resposta do crescimento a variação em proteína bruta e consequentemente fornecimento de aminoácidos. Se a proteína bruta for fornecida em excesso ao especificado, a dieta com níveis mais baixos de proteína bruta deverá funcionar melhor. Se a proteína bruta e fornecimento de aminoácidos na dieta especificada estiverem próximos do nível econômico adequado para o padrão de consumo e características de crescimento dos frangos, o melhor desempenho financeiro deverá resultar do algoritmo o qual prevê a variabilidade verdadeira na composição da dieta.

Fórmulas fixas de algoritmo diferentes usando os mesmos dados (isto é, média e desvio padrão do conteúdo alimentar) podem ser aplicados para ensaiar um número elevado de amostras de ingredientes. Os números elevados dos componentes alimentares simulados resultantes podem ser processados através de um modelo de crescimento para frangos como o EFG para prever a distribuição provável de retornos financeiros.

3 Simulação da variabilidade no alimento pelo computador

Uma comparação dos resultados de dietas formuladas por algoritmo diferentes é possível ao usar uma simulação pelo computador de variabilidade de ingredientes brutos, erros de pesagens e crescimento animal esperado resultando em diferenças nos métodos de prever as variações no conteúdo do alimento. A variabilidade de ingredientes brutos podem ser bem explicados se erros analíticos estiverem incluídos na medição. Embora a média ou valor esperado do erro analítico é zero a variância é significativamente portanto é necessário subtrair a variância analítica da variância reportada na composição de matéria prima. Estudos de simulação devem funcionar com o desvio padrão "líquido" ou variabilidade verdadeira dos ingredientes e adicionados de volta a variação analítica para a composição dos componentes do alimento (Leram & Bei 1975 2 /id).

Varição analítica em ingredientes puros é muito menor que com rações compostas e nos adotamos o procedimento sugerido de dividir ao meio o desvio

Tabela 1 — Variâncias analíticas para os componentes dos alimentos

Proteína bruta %	0.2025	cinzas %	0.0625
Estrato etéreo %	0.0400	amido %	0.3906
Fibra bruta %	0.0506	açúcar %	0.0625

padrão desta tabela quando trabalhamos com puros ((Miles & Quackenbush 1955 37 /id).

Moagem e mistura é normalmente um processo de partidas. A fórmula para uma ração composta consiste de uma serie de instruções de pesagem para ingredientes. O sistema de controle no moinho ira juntar os ingredientes para um tamanho típico de partida, em torno de 3 toneladas ou mais. Nos moinhos a precisão dinâmica do equipamento de pesagem é em torno de 0.5% de desvio máximo da balança comparado com uma precisão estática de 0.1%. A diferença ocorre devido ao peso "de saída". Existe um período entre o final da entrega e a chegada de material na balança. O peso da saída ira depender da velocidade do alimentador, tamanho da partícula e densidade e altura da coluna entre o alimentador e a pilha de ingredientes na balança.

A seqüência na qual os ingredientes são entregues na balança também irá afetar a precisão devido à mudanças na altura da coluna de saída e devido aos erros de medição serem proporcionalmente maiores para pequenas quantidades. Quantidades mínimas de pesagem (MWQ) devem ser observadas com cuidado para ingredientes principais pesados em balanças para grandes quantidades. Micro-ingredientes e pequenas quantidades de ingredientes principais devem ser pré-pesados numa balança de precisão adequada e adicionados num pacote separado antes da misturação começar.

Devido a diferenças no tamanho da partícula, densidade e características de fluxo de matéria prima se recomenda aos pesquisadores que tenham os cálculos de desvios padrão individuais para erros na pesagem de ingredientes (Fawcett, Webster, et al. 1992 2 /id). O valor médio ou o esperado de um erro de pesagem é zero mas ele tem um desvio padrão significativo o qual contribui para a variação no produto final.

O modelo estatístico apropriado para variação na ração fabricada é aquele no qual os erros de pesagem e variação de ingredientes, erro analítico líquido, interação para produzir a variação no produto. Isto se consegue através da simulação do processo de fabricação.

Geralmente n ingredientes compõe uma fórmula na qual o peso verdadeiro do l ingrediente entregue na balança é W_i . Existirão k nutrientes na especificação e a densidade média de nutrientes de ingredientes individuais é independente do erro analítico porque o valor esperado do erro analítico é zero. $A_{i,j}$ representa a densidade de nutrientes verdadeira no l do alimento para o nutriente j. Se assumirmos que as dimensões do nutriente são independentes uma das outras, o valor simulado da densidade do nutriente j na ração P_j é dado na fórmula abaixo:

(para $j=1, \dots k$ nutrientes)

Estudos simulados foram desenvolvidos para uma formulação alternativa para se alcançar especificações idênticas.

Tabela 2 — Especificações de nutrientes para crescimento de frangos

Componentes	Inicial	Crescimento	Terminação
Proteína	22.000	23.550	22.000
AMEn (MJ/kg)	12.500	13.000	13.000
Lisina	1.370	1.336	1.050
Metionina	0.460	0.495	0.444

Os ingredientes principais, os quais alguns deles podem estar disponíveis na América Latina são o sorgo, milho, trigo, ervilhas, farelo de soja, óleo de soja, farinha de peixe, farinha de pena, gordura animal e um grupo de suplementos alimentares.

Especificações para dietas de produção contem mais do que nutrientes. Existe uma lista de limitações nos ingredientes refletindo em limitações de fabricação e para garantir a qualidade tais como dureza e durabilidade de peletes e migalhas limitando a quantidade de poeira e perdas prevenindo assim a separação durante a entrega e estocagem. Estas limitações são consistentes entre métodos alternativos das formulações. Um ponto importante a considerarmos em nutrientes chave promotores de crescimento é a variabilidade. De um lado a fiscalização do governo pode se perguntar "Com que precisão nos podemos esperar que a indústria de moagem fabrique uma ração composta?" Por outro lado os diretores de uma firma de integração vertical de nutrição animal podem perguntar "Quanto devemos investir em tentar melhorar a precisão do processo de fabricação de uma ração composta"? esta última pergunta é mais relevante para esta discussão.

Não existe justificativa em se conseguir precisão por si só. A qualidade é essencialmente a competência para a proposta a que se destina. Numa indústria estratificada as legislações podem ser necessárias para os interesses de pequenos produtores contra uma grande escala de fabricantes de ração. Assegurar a qualidade é necessário para saúde e segurança e também para prevenção de adulterações fraudulentas de alimento humano e animal. Portanto assegurar os padrões de qualidade podem ser enquadrados em contratos padrões para se garantir que a competição seja correta.

Numa indústria de integração vertical nós podemos esperar a obtenção de lucros para encontrarmos os limites apropriados para controle de qualidade na fabricação de ração. Indiretamente os resultados deste exercício devem contribuir para a adequação de padrões de tolerância para as fábricas de ração como um todo. Desde que ambos custos e benefícios de padrões de qualidade na fabricação de ração são internalizados numa companhia de integração vertical, nós podemos esperar que tais companhias encontrem limites de custos em alimentação animal e estabeleçam seus próprios limites de tolerância internos no processo de fabricação.

Estudos de simulação são meios validos de investigação e compensam, e nossa contribuição é demonstrar uma metodologia ao questionar perguntas relevantes e obter respostas adequadas. Usando o Minitab nós geramos 100 desvios normais ao acaso para cada 18 ingredientes da dieta e cada 3 especificações da dieta junto com cem desvios ao acaso para erros de pesagem associados em cada ração.. Os desvios foram transformados no programa Excel para simular o processo de fabricação.

O desvio padrão estimado é influenciado pelo tamanho da partida. Quanto menor a partida, menor a precisão ou maior a significância de erros de pesagem. O efeito do tamanho da partida pode ser visto através da comparação de partidas simuladas inicial e de crescimento de 9 toneladas com a de terminação simulada em partida de 1 tonelada nas tabelas 3 e 4 abaixo. As mesmas informações são repetidas nas tabelas 3 e 4 para mostrar a diferença em precisão medida pelo desvio padrão no conteúdo de proteína bruta alcançado pela variância de redução do processo de repartir sorgo de alto e baixo conteúdo protéico e tratando estes ingredientes como se fossem diferentes.

Para estudos em frangos de corte os efeitos em licita e metionina se refletem através de equações de regressão no conteúdo de proteína bruta.

Tabela 3 — Precisão na formulação da dieta com sorgo normal

Dietas	Inicial (9000kg)	Crescimento (9000kg)	Terminação (1000kg)
Inclusão de Sorgo	5782kg	5840kg	744kg
Alvo CP% min	23.0	22.5	21.0
QC-Mix™ desvio padrão.	0.576	0.578	0.672
Previsão da fórmula	23.13	22.75	21.5
Desvio Chung & Pfof	0.594	0.605	0.659
CP% simulado	23.2	22.7	21.4
Desvio padrão simulado.	0.55	0.59	0.66

Existe uma pequena diferença entre o desvio padrão previsto pelo QC-Mix™ e o método de Chung & Pfof na Tabela 3. Os dois métodos produziram resultados semelhantes à aqueles obtidos por simulação do processo de pesagem e mistura.

A variância pode ser reduzida dramaticamente pelo fracionamento de principais fontes de cereais quando a fonte apresenta uma grande variação em conteúdo de proteína bruta. O trigo e o sorgo podem ser separados com base em conteúdo de proteína bruta medidos por NIR (“near infra red spectroscopy techniques”ou técnica de espectrofotometria por infra-vermelho). Quando a carga chega ao moinho, ela pode ser amostrada e testada em poucos minutos e designadas para um tonel de baixa ou de alta proteína. A divisão do estudo de simulação ocorreu a 10.5% de proteína. Esta técnica cria dois produtos de sorgo com características diferentes.

Dividindo na média produzimos duas distribuições próximas ao normal com o desvio padrão em torno da metade do nível utilizado sem fracionamento. O efeito na precisão é dramático como pode ser visto na Tabela 4.

O cálculo de Chung & Pfof, o qual é a base para métodos de programação estocástica publicados, ignora erros de pesagens. O impacto da redução da variância de uma fonte de ingrediente não é tão dramático mesmo quando o total de proteína em cada uma destas dietas vem de uma fonte de sorgo alto ou baixo em proteína. O resultado simulado prova ser o ponto em que a redução da variância é um benefício real e irá levar a diferenças reais no valor de cereais fracionados.

A variação do efeito de redução do fracionamento pode ser alcançado ao recombinar sorgo de alta e baixa proteína na mesma dieta. O valor aumentado de

Tabela 4 — Precisão na formulação da dieta com sorgo de proteína alta

Dietas	Inicial (9000kg)	Crescimento (9000kg)	Terminação (1000kg)
Sorgo de alta proteína	5782kg	5840kg	744kg
Alvo CP% min	23	22.5	21.0
Desvio padrão QC-Mix™.	0.361	0.371	0.420
Previsão da fórmula	23.34	22.85	20.84
Chung & Pfof	0.54	0.56	0.63
Média simulada	23.3	22.8	20.8
Desvio padrão simulado	0.36	0.37	0.39

materiais com variação reduzida em rações de qualidade garantida pode resultar em cereais com alta ou baixa proteína sendo usados em produtos diferentes.

Tabela 5 — Custo de dietas usando sorgo com média proteína versus sorgo com alta proteína com o mesmo preço

Dieta completa usando	Sorgo médio @ £80	Sorgo alta proteína @ £80
Inicial custo por tonelada	£121.40	£116.11
Crescimento custo por tonelada	£119.88	£114.81
Terminação custo por tonelada	£108.11	£103.88

A diferença em custo de dietas de £5.00 por tonelada usando sorgo com alta proteína é um indicador do aumento do valor resultado do fracionamento. Isto se deve principalmente a substituição por fontes de alta proteína mais caras. A qualidade é mantida apesar das limitações de aminoácidos independentes. Levando em conta que o sorgo com baixa proteína permanece o mesmo ou não perde muito em valor, esta diferença podem compensar o custo extra de manuseio do fracionamento independentemente dos benefícios de variação de alimentação.

4 Alimentação com dietas de elevada precisão

Para obtermos benefícios com dietas de elevada precisão devemos identificar o alvo para tal especificação nutricional. Se o alvo não for claro, então devemos utilizar uma estimativa de uma dieta variável que provavelmente será muito próxima ao objetivo numa proporção de alimentos fabricados. Utilizando uma dieta com alta precisão (baixa variância) sem precisamente especificar o alvo irá reduzir as chances de encontramos nosso objetivo. Muitos produtores dependem de fontes publicadas para definição dos requerimentos nutricionais.

A resposta de crescimento ao fornecimento de proteína é usada na maioria dos modelos por ser uma resposta para o fornecimento de aminoácidos essenciais disponíveis (AAA). As técnicas de formulação discutidas aqui podem ser adaptadas a aplicação de limitações de aminoácidos disponíveis ao invés de proteína bruta, desde que bons dados dos ingredientes sejam disponíveis. O fornecimento de aminoácidos

totais podem ser derivados das equações de regressão (Tabela 9.4 NRC 1994) as quais são aplicadas na composição de ingredientes da ração, como por exemplo na Tabela 9.1 NRC 1994. O fornecimento de AAA pode ser estimado através da aplicação de coeficientes de digestibilidade, completados com desvio padrão para conteúdo total de aminoácidos. Infelizmente, as tabelas de composição de ingredientes da ração raramente publicam um desvio padrão ou coeficiente de variação para composição de variação de ingredientes da ração individualmente.

Alguns dos benefícios do fracionamento de ingredientes estão presentes no NRC e sendo assim valores diferentes são publicados para sorgo de baixa proteína (9.1%) e alta proteína (11%) nos itens 53 e 54 da Tabela 9.2 do NRC 1994. A separação feita aqui foi a 10% de proteína bruta. Infelizmente os resultados na tabela 9.2 não estão de acordo com os resultados da tabela 9.1 para ingredientes 53, sorgo de baixa proteína, o qual é demonstrado com uma média de 8.8% de proteína bruta. Isto exemplifica alguns dos problemas em se trabalhar com variações na matéria prima.

Independente do uso de materiais sintéticos disponíveis, os aminoácidos são fornecidos em grande escala no sistema através do conteúdo protéico dos ingredientes. Precisão no fornecimento de proteína na ração é todavia essencial para se obter precisão no fornecimento de aminoácidos. Usar um valor fixo para conteúdo de aminoácidos da matéria prima não é correto e apresenta um quadro falso da qualidade da dieta.

A diferença em desvio padrão para lisina e metionina com e sem fracionamento do sorgo é mostrado na tabela abaixo.

Tabela 6 — Precisão em fornecimento de lisina com ou sem o fracionamento do sorgo

Lisina na dieta alvo	Média	Desvio padrão sem fracionamento	Desvio padrão com fracionamento
Inicial	1.370	.0325	.0213
Crescimento	1.336	.0347	.0218
Terminação	1.050	.0323	.0191

Tabela 7 — Precisão em fornecimento de metionina com ou sem o fracionamento do sorgo

Metionina na dieta alvo	Média	Desvio padrão sem fracionamento	Desvio padrão com fracionamento
Inicial	0.460	.0109	.0071
Crescimento	0.495	.0129	.0081
Terminação	0.444	.0137	.0081

5 Conclusões

Os requerimentos de nutrientes são geralmente publicados por Institutos Científicos nacionais e eles incorporam uma organização de história científica derivada

de genótipos que podem nem mais existir. Os requerimentos de nutrientes para crescimento devem ser delineados para a performance esperada de genótipos atuais. A natureza de resposta biológica a variação em conteúdo de energia e proteína em um consumo voluntário de alimento em um ambiente definido deve ser conhecida.

A resposta semelhante a plateau chamada como Modelo Leitura (Reading Model) é geralmente aplicada a aminoácidos. O EFG do modelo de crescimento de frangos é destinada para este exercício. Antes que qualquer modelo seja usado na prática deve existir uma demonstração que animais vivos estejam respondendo ao alimento que você possa produzir do modo que o modelo indica.

Em resumo, se controlarmos o fornecimento de proteína bruta da matéria prima, iremos controlar o fornecimento de aminoácidos. O controle na fábrica pode ser facilitado usando uma matrix LP para formulação com dados que refletem a matéria prima na fábrica. O fracionamento de cereais principais, estocando-os como matéria prima diferente e estocando ingredientes com alta proteína separadamente e por especificação gera materiais que são menos variáveis e permite maior controle da variabilidade resultante da dieta. Controle adicional pode ser obtido através da estimativa da extensão dos erros de pesagem da fábrica e através de observações rígidas de quantidades mínimas de pesagem. Seguindo estes princípios simples grandes reduções na variabilidade do produto podem ser obtidas e também aumento nos lucros os quais Duncan (1988) já havia sugerido. Nestes experimentos, Duncan melhorou a eficiência da conversão alimentar 1 ponto, equivalente a £660,000 (libras esterlinas) por ano em uma produção de 567 milhões de toneladas de frangos.

6 Agradecimentos

Excel™ é marca registrada da Microsoft Corporation. QC-Mix™ é marca registrada da Format International Ltd. Os autores agradecem a EFG Software (Natal) pelo uso do Broiler Growth Model para exercícios de simulação. Minitab® é marca registrada da Minitab Incorporated.

7 Referências bibliográficas

- Burdett, B.M. and B.M. Laws. Formulation of Effective Diets. Boorman, K. N. and Freeman, B. M., Food intake regulation in poultry 405-29. 1979. Edinburgh, British Poultry Science Ltd.
- Chen, J.T. "Quadratic Programming for least cost feed formulations under probabilistic protein constraints." *Am. J. Agric. Econ.*, 55(1973): 175-83.
- Cravener, T.L., W.B. Roush, and T.H. D'Alfonso "Laying Hen Response To Least Cost Rations Formulated with Stochastic Programming or Linear Programming with a Margin of Safety." *Poultry Science* 73(1994): 1290-5.
- D'Alfonso, T.H., W.B. Roush, and J.A. Ventura "Least Cost Poultry Rations with Nutrient Variability: A comparison of Linear programming with a margin of safety and Stochastic programming models." *Poultry Science* 71(1992): 255-62.

- D'Alfonso, T.H., W.B. Roush, and T.L. Cravener "Performance of Broilers fed rations formulated by stochastic non linear programming or linear programming with a margin of safety." *Poultry Science* 72(1993): 620-7.
- Duncan, M.S. How to deal with ingredient variability. 67-76. 1986. Arlington, Virginia, Proceedings of the American Feed Industry Association Nutrition Symposium 1986.
- Duncan, M.S. Problems of dealing with raw ingredient variability. Haresign, W and Cole, D. J. A. 3-11. 1988. London, Butterworths. Recent Advances in Animal Nutrition 1988.
- Eisenberg, S. "Microingredient carry-over." *Feedstuffs* 48(1976): 82-6.
- Fawcett, R.H. et al. Predicting the Response to Variation in Nutrient Composition. Garnsworthy, P. C, Haresign, W, and Cole, D. J. A. 137-58. 1992. Oxford, Butterworth Heinemann. Recent Advances in Animal Nutrition. 1992.
- Lerman, P.M. and S.W. Bie "Problems in determining the best levels of essential nutrients in feedingstuffs." *J. Agric. Sci., Camb.* 84(1975): 459-68.
- Neal, H.D., J. France, and T.T. Treacher "Using goal programming in formulating rations for pregnant ewes." *Animal Production* 42(1986): 97-104.
- Rehman, T. and C. Romero "Goal Programming with penalty functions and livestock ration formulation." *Agricultural Systems* 23(1987): 117-32.
- Roush, W.B., T.L. Cravener, and F. Zhang "Computer formulation, observations and caveats." *The J. Appl. Poultry Sci.* 5(1996): 116-25.

TENDÊNCIAS EM NUTRIÇÃO DE AVES

Fernando Rutz¹

Antônio Mário Penz Jr.²

Victor F. B. Roll³

^{1,3}Universidade Federal de Pelotas; ¹Nutris;

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1 Introdução

A segunda metade do século vinte tem se caracterizado por uma enorme expansão na produção avícola. O aumento no volume de produção e na eficiência de produção por ave pode ser atribuído a um desenvolvimento paralelo de novos conhecimentos em sanidade, ambiência, genéticos e de nutrição. Convém lembrar que, em poedeiras, a produção de ovos durante um ano de postura corresponde a um peso de 8 vezes o seu peso corporal (NORTH e BELL, 1990) e que o peso corporal do pinto aumenta em aproximadamente 50 vezes dentro de 40 dias. No caso dos pintinhos, isto inclui um período de adaptação e dependência do saco vitelínico durante o período embrionário até a utilização de alimentação exógena (NOY e SKLAN, 1998). O progresso na nutrição de aves nos últimos 50 anos pode ser atribuído a um número de fatores, incluindo o uso de vitaminas sintéticas e enzimas, a utilização de aminoácidos (incluindo proteína ideal) em vez de proteína bruta, desenvolvimento de um grande número de programas alimentares para satisfazer as exigências especiais durante o ciclo de produção e de linhas genéticas, adição de macro e micro elementos as dietas, relação energia:proteína, desenvolvimento genético de grãos e processamento de alimentos, avaliação de energia dos alimentos usando tecnologias como energia metabolizável aparente e verdadeira (UNI, 1998).

2 Frangos de corte

Melhoramento genético dos grãos

A seleção genética dos grãos visa uma melhora na produtividade. Este avanço pode se estender ao valor nutricional dos grãos. Assim, o objetivo pode se prender na geração de grãos com conteúdo nutricional mais próximo possível das exigências nutricionais dos animais (VIEIRA et al., 1997). Em uma revisão sobre o assunto, BRAKE e VLACHOS (1997) registraram que a biotecnologia desenvolveu uma série de variedades de plantas com características protetoras intrínsecas contra doenças, bem como propiciado melhora na qualidade ou nas características de processamento. Em 1997, agricultores americanos plantaram aproximadamente 300 milhões de acres de culturas transgênicas incluindo variedades resistentes a insetos ou herbicidas. O primeiro híbrido de milho, derivado de modificação genética foi denominado de “Event 176”. Ele foi desenvolvido para controlar a broca. Esta doença é difícil de controlar através de meios convencionais (KOZIEL et al., 1993). Esta variedade de híbrido propicia a planta a produzir uma proteína com características de anti-inseto, a Cry 1AB (PEFEROEN, 1997).

Tendo em vista que o milho representa uma porção significativa da dieta de frangos de corte BRAKE e VLACHOS (1998) desenvolveram um experimento com frangos de corte para averiguar se haveria efeito dietético do milho “Event 176”, de maneira direta através da proteína Cry 176 ou de qualquer alteração não esperada na composição dos grãos. Para tal os autores compararam machos e fêmeas recebendo dietas contendo milho transgênico ou convencional. A ração foi oferecida de forma farelada ou peletizada. Embora o melhor desempenho produtivo fosse esperado pelos animais recebendo dieta peletizada, a forma farelada foi oferecida porque ela revelaria qualquer diferença que poderia resultar da presença da proteína Cry 1AB. Estas diferenças ocorreriam porque durante a preparação de dietas fareladas não expõe os ingredientes a condições extremas (BAYLEY et al., 1968) a ponto de desnaturar proteínas em dietas peletizadas. Ao final do experimento, BRAKE e VLACHOS (1998) observaram que a mortalidade e o peso corporal não foram afetados pelo tipo de milho ou pela forma física da ração. Além disso, frangos alimentados com milho transgênico apresentaram melhor conversão alimentar e melhoraram o rendimento do músculo peitoral. Embora não pudesse ser enfaticamente concluído que a melhora no desempenho produtivo pudesse ser atribuído ao milho transgênico per se, ou por possível diferença na composição geral das dietas, ficou claro que o milho transgênico não apresenta efeito prejudicial as aves.

O fósforo é um dos nutrientes mais caros da ração, estando a maior parte na forma de fósforo fítico, a qual não é disponível para aves (RAVIDRAN et al., 1996). A adição de fitase, oriunda da produção fúngica torna o fósforo mais disponível para a ave (YI et al., 1996). Sementes de tabaco geneticamente modificada que expressam características de fitase fúngica melhoram a disponibilidade de fósforo quando incluídas em dietas de aves (PEN et al. 1993). Entretanto, ao contrario do milho e da soja, o tabaco não é um constituinte normal da dieta de aves. Assim, DENBOW et al. (1998) desenvolveram um experimento para comparar o desempenho de frangos de corte alimentados com soja geneticamente modificada, portadora de um gen de fitase fúngica, com dietas suplementadas ou não com fitase fúngica comercial. Os autores concluíram que a fitase melhora o desempenho de frangos arraçoados com dietas contendo baixo nível de fósforo não fítico suplementadas com fitase comercial ou com sementes de soja transgênicas.

A soja caracteriza-se por portar vários fatores antinutricionais, dentre eles a lectina (SHULZE et al., 1995) e a sojina (STICKLER, 1990). Esta última, também denominada de anti-tripsina, pode ser dividida em Kunitz e Bowman-Birk. As lectinas (hemoaglutininas) são glicoproteínas que apresentam a capacidade de se ligar a superfície celular via oligossacarídeos ou glicopeptídeos (OLIVEIRA et al., 1989) e apresentam alta afinidade de ligação ao epitélio intestinal (PUZTAI, 1991). Além disso, as lectinas podem produzir alterações estruturais no epitélio intestinal e resistir a proteólise (PUZTAI et al., 1990). Estas alterações podem resultar em lesões no bordo em escova e ulcerações na vilosidade (OLIVEIRA et al., 1989), que resulta em aumento de perda endógena (SHULZE et al., 1995). e piora no desempenho de animais jovens (PUZTAI et al., 1990). Assim, o efeito depressor do crescimento causado pela lectina provavelmente ocorra devido a lesões no enterócito intestinal (LORENZSONN e OLSEN, 1982) e redução do apetite (LIENER, 1986). O efeito deletério da lectina pode ser amenizado pelo tratamento da soja pelo calor (HIGUCHI et al., 1984). LIENER (1953) atribuiu a lectinas a metade da redução no desempenho

de ratos alimentados com soja crua. Para frangos, DOUGLAS et al. (1999) compararam soja crua destituída de lectina e soja crua destituída do fator Kunitz com farelo de soja comercial processado com calor. O desempenho de pintos recebendo soja destituída de lectinas foi inferior ao das aves recebendo soja destituída do fator Kunitz ou farelo de soja. O peso corporal e a eficiência alimentar de aves arraçadas com farelo de soja foi superior ao das aves recebendo qualquer tipo de soja crua. Os autores concluíram que o valor nutricional da soja crua destituída de lectinas é superior ao da soja crua convencional, mas inferior ao da soja destituída do fator Kunitz e farelo de soja, sugerindo que o inibidor de tripsina é um fator anti-nutricional superior ao da lectina.

Utilizando níveis de até 20% de soja crua destituída do fator Kunitz na ração de poedeiras, SNIZEK et al. (1998) concluíram que este ingrediente propicia piora no desempenho produtivo e na qualidade interna do ovo, mas não na qualidade da casca.

O milho e o ingrediente energético mais utilizado na dieta das aves. Usualmente, o milho contém 8,5% de proteína bruta e 3350 kcal EM/kg. Através do melhoramento genético, o conteúdo energético do milho pode ser aumentado ou diminuído. O aumento no conteúdo de óleo é obtido ao aumentar a fração do germe do grão, a qual também aumenta o seu conteúdo protéico (WATSON e FREEMAN, 1975). Atualmente as variedades de milho com alto conteúdo de óleo possuem entre 6 e 8% de óleo, com produtividade comparável as linhagens comerciais. A utilização das linhagens de milho com alto teor de óleo pode ser benéfico para a indústria avícola, pois facilitam a formulação de dietas com alto teor energético, reduzindo ou eliminando a necessidade de adicionar óleo nas rações. O resultado esperado é uma melhora na conversão alimentar e no ganho de peso. A utilização desta variedade de milho propicia a redução da suplementação de óleo na dieta. Além disso, reduz a pulverulência no ambiente e melhora a qualidade dos peletes (RAND et al., 1997).

O valor nutricional do milho com alto conteúdo de óleo foi avaliado por DALE e WHITTLE (1991), que registraram que o conteúdo de EM aumentava 37 kcal/g para cada aumento de 1% no conteúdo de óleo. ADAMS et al. (1994) demonstraram que o peso corporal e a eficiência alimentar melhorava em aves recebendo milho com alto conteúdo de óleo, comparativamente a animais recebendo uma dieta contendo óleo de milho convencional. MIRELES et al. (1996) registraram que milho com alto conteúdo de óleo (6,8% de óleo) pode substituir o milho convencional, praticamente sem afetar a composição da carcaça de frangos. BENITEZ et al (1999) testaram duas variedades de milho com alto teor de óleo (8,81 e 6,75%) em substituição ao milho convencional (3,5% de óleo) para frangos de corte. Em um dos experimentos, mas não no outro, o peso corporal dos frangos foi superior nas aves que receberam milho com alto teor de óleo, comparativamente ao controle. Assim, os autores concluíram que desempenho produtivo semelhante pode ser obtido em frangos recebendo milho comum ou com alto teor de óleo. Embora VIEIRA et al. (1997) observassem um maior conteúdo de energia metabolizável para o milho com alto conteúdo de óleo (5,7% gordura-3478 kcal EM/kg) do que com baixo conteúdo de óleo (3,8% gordura-3280 kcal EM/kg), os autores concluíram que o milho com baixo teor de lipídios propiciou melhor desempenho aos pintos arraçados com dietas suplementadas com óleo. Em ensaios envolvendo pintos e galos, PARSONS et al. (1998) estudaram a digestibilidade de aminoácidos do milho com alto e baixo conteúdo de óleo e concluíram que a mesma era igual ou superior para as variedades com alto teor lipídico. A razão para tal poderia estar relacionada

ao maior conteúdo de proteína no germe do milho com alto teor lipídico. Além disso, estudos tem mostrado um maior período de retenção do conteúdo intestinal em animais recebendo dietas suplementadas com gordura. Este fator resulta em digestão mais completa dos constituintes não lipídicos da dieta (SELL et al., 1983).

3 Interação entre genótipo e proteína da dieta

Alterações na composição genética de frangos de corte tem forçado produtores a reavaliar as exigências nutricionais daqueles animais. Os genetecistas tem se preocupado com maior peso corporal na expectativa que este irá aumentar o produto comercializável (peso da carcaça), podendo ao mesmo tempo melhorar a eficiência alimentar. As linhagens tem demonstrado diferentes potenciais de crescimento (BOA-AMPONSEN et al., 1991; HOLSHEIMER e VEERKAMP, 1992). Uma influência genética sobre a conversão alimentar em frangos foi observada por HULAN et al. (1980). BARBATO (1992) observou um efeito genético sobre a deposição de gordura abdominal. RENDEN et al. (1992) atribuíram a genética uma variação no rendimento da carcaça. Interação entre genótipo e nível protéico da dieta foi registrado (SMITH e PESTI, 1998).

Várias pesquisas foram desenvolvidas para estudar a interação entre genótipo e proteína da dieta desde o tempo de FRAPS (1943). Este pesquisador mostrou que a manipulação da proteína da dieta pode ter vários efeitos sobre o peso corporal, consumo alimentar e especialmente composição da carcaça. Embora esta relação qualitativa tenha ocorrido a mais de 50 anos, ainda não tem sido amplamente explorada no sentido de maximização dos modelos econômico produtivos. PARSONS e BAKER (1982) demonstraram uma redução linear no ganho de peso e na eficiência alimentar quando a proteína dietética foi reduzida de 24 para 16%, mas pouco efeito foi observado entre 24 e 20%. LECLERQ e GUY (1991) demonstraram interação entre genótipo, proteína e aminoácidos na dieta em linhagens geneticamente selecionadas para alta deposição de carne vs. gordura. Diferenças observadas no crescimento de frangos (machos e fêmeas) indicam que as exigências nutricionais são diferentes. AJANG et al. (1993) demonstraram uma interação entre sexo e dieta, sendo que os machos responderam melhor ao aumento de proteína na dieta. Eles também demonstraram que as fêmeas apresentaram menor rendimento de carcaça que os machos, provavelmente devido a maior deposição de pele. SMITH et al. (1998) quantificaram a relação entre vários níveis protéicos (16 a 26% PB) para obter estimativas mais precisas do desempenho de frangos de duas linhagens comerciais, "high-yield" (Ross x Ross 208) e "fast-growing" (Peterson x Arbor Acres). Os autores observaram uma interação entre nível protéico, genótipo e sexo sobre o peso corporal. Portanto, a resposta depende do genótipo. Frangos (machos) considerados "high-yield" apresentaram maior ganho de peso, consumo, rendimento de peito, rendimento de carcaça e eficiência alimentar. As fêmeas "high-yield" apresentaram maior peso corporal, rendimento de peito, rendimento de carcaça e eficiência alimentar. Tendo em vista que os genótipos respondem de maneira diferente aos níveis protéicos da dieta, seria interessante encontrar o ponto máximo de eficiência econômica para cada linhagem. Este ponto poderia maximizar o rendimento de carcaça ou do peito, dependendo do mercado ao qual o produto

se destina. SMITH et al. (1998) ainda chamam a atenção ao consumo alimentar. Geralmente quando aumenta o custo dos ingredientes, a tendência é reduzir o custo da dieta, reduzindo o nível protéico da mesma. Na realidade, ao reduzir a eficiência, o custo de produção pode aumentar. O ponto de máximo retorno econômico altera naturalmente ao alterar o preço dos ingredientes e a linhagem genética das aves. Assim, programas alimentares necessitam ser reavaliados ao alterar o preço dos ingredientes ou novos genótipos serem utilizados.

4 Dieta de livre escolha e grãos inteiros na alimentação de frangos de corte

Aves selvagens ou domésticas são capazes de selecionarem ingredientes de forma a atenderem as suas necessidades fisiológicas (HUGHES, 1984). Existe a possibilidade de explorar esta característica na produção intensiva de aves (Yo et al., 1994), mas os mecanismos de seleção não estão ainda claros (BLUNDELL e HILL, 1987). HUGHES (1979) sugeriu que o sistema de controle é flexível e desenvolve em um indivíduo de acordo com experiência prévia. HAUSBERGER e CUMMINGS (1987) registraram que frangos jovens vivendo em grupo, uns apreendem com os outros e adaptam o balanço de energia e proteína de acordo com suas necessidades. Esta observação sugere uma influência notável da experiência social sobre a capacidade de balancear a sua dieta.

Para avaliar reações a curto prazo de frangos submetidos a dieta de livre escolha, PICARD et al. (1993) expôs as aves simultaneamente a uma dieta balanceada e outra deficiente em lisina, metionina e triptofano. Os frangos demonstraram preferência a dieta balanceada. Poedeiras foram arraçadas com dietas deficientes (8% PB) e balanceada (17% PB), deram preferência a dieta balanceada, independente de experiência prévia anterior (STEINRUCK e KIRCHGESSNER, 1993).

Na natureza ou em condições práticas, as aves são expostas a diferentes alimentos que são, individualmente, incompletos e o desafio consiste em avaliar todos os alimentos presentes e selecioná-los a fim de obter uma dieta balanceada. A alimentação de livre escolha usada na prática oferece acesso simultâneo a dietas com alto conteúdo de energia e proteína. Para poedeiras, uma dieta rica em cálcio pode ser oferecida. Existe uma carência de informações quanto a adaptação a curto prazo a alimentação por livre escolha. Frangos de corte (3 semanas de idade) receberam sorgo e um concentrado protéico (41,6% PB). Os animais sem experiência prévia a alimentação por livre escolha foram menos eficientes do que os experientes no ajuste do consumo das dietas (MASTIKA e CUMMING, 1987). YO et al. (1994) observaram que frangos de corte (4 semanas de idade) recebendo milho e um concentrado protéico (40,7% PB) requereram 1 semana de adaptação para ajustar corretamente o seu consumo. Os autores argumentam que a existência de um período relativamente longo de aprendizado durante estes experimentos ocorreu devido aos frangos não estarem familiarizados com grãos inteiros. SIEGEL et al. (1998) estudaram a capacidade dos frangos a se adaptarem a alimentação por livre escolha ao submetê-los, em diferentes idades, a um regime de seleção energética e protéica, sem alterar a forma física ou a composição da dieta. Para tal, os frangos receberam uma dieta controle (T0), que consistiu em uma dieta completa, a T1

foi uma dieta de livre escolha, com acesso simultâneo a um ingrediente rico em energia (milho moído) e um concentrado protéico (43,7% PB), e T2, T3, T4 foram introduzidas a alimentação por livre escolha após 1, 3 e 5 semanas, respectivamente, do fornecimento da dieta balanceada. A um dia de idade, os pintos submetidos ao T1 demonstraram uma marcada preferência ao milho. Tendo em vista que eles não tinham experiência prévia com alimentação, a preferência instantânea para o milho pode estar relacionada a características sensoriais. Ao que tudo indica, a preferência inicial está baseada na cor, forma ou tamanho das partículas e em aspectos olfatórios e táteis (GOODWIN e HESS, 1969; HAUSBERGER, 1992; TURRO-VINCENT, 1994). Quando os frangos que receberam dieta completa de 1 a 5 semanas (T2, T3, T4) passaram a receber alimentação por livre escolha, no primeiro dia, o consumo por livre escolha foi semelhante ao dos pintos do T1. A observação visual e a avaliação tátil das partículas de alimento durante o período inicial permitiu aos pintinhos uma avaliação rápida do novo alimento e a adaptação do novo comportamento alimentar. Embora o consumo alimentar até 42 dias de idade não tenha sido significativamente afetado pelos tratamentos, os frangos submetidos a livre escolha selecionaram dietas com menor percentual de proteína bruta e apresentaram menor peso corporal a 6 semanas de idade do que os que receberam dieta balanceada (T0).

A utilização de grãos inteiros na dieta de frangos apresenta várias razões. Na Inglaterra, os processos de armazenamento, moagem, mistura, peletização e transporte de grãos faz com que os seus custos aumentem em até 20% (ROSE et al., 1995). Alguns trabalhos tem sido apresentados empregando grãos inteiros de trigo na ração de poedeiras em recria (McINTOSH et al., 1962), em produção (O'NEIL, 1964) ou em frangos de corte (COSAVA e FORBES, 1994 e ROSE et al., 1995). Este tipo de trabalho tem sido estimulado pois o uso de grãos inteiros pode permitir o emprego dos mesmos em maior escala. Este é o caso do trigo. Este procedimento reduz os custos e as dificuldades de moagem. BENNETT et al. (1995) diluíram a ração com níveis crescentes de grão de trigo, sendo o trigo oferecido na forma de grãos inteiros ou peletizados/moídos. Os ganhos de peso e as mortalidades dos machos e das fêmeas não foram afetados pela diluição da dieta com trigo e pela forma física com que o trigo foi empregado. A diluição da dieta com trigo afetou a conversão alimentar dos machos no final do experimento, mas não afetou a conversão alimentar das fêmeas. Os autores ainda concluíram que a moela dos frangos é capaz de se adaptar para favorecer a moagem do trigo inteiro oferecido. Ainda concluíram que a diluição da dieta com diferentes níveis de trigo (inteiro ou moído) não foi suficiente para comprometer o ganho de peso dos frangos (machos e fêmeas) mas comprometeu a conversão alimentar dos machos pois, possivelmente, eles necessitam de mais proteína na dieta do que as fêmeas.

MUNT et al. (1995) alimentando frangos de corte de 21 a 42 dias de idade, com dietas peletizadas, fareladas ou com ingredientes separados para livre escolha, também verificaram que aqueles animais que consumiram dieta peletizada tiveram melhor peso corporal do que aqueles que receberam dieta farelada. Os frangos que tiveram livre acesso aos ingredientes tiveram pior peso aos 41 dias de idade. Os autores sugerem que o possível baixo consumo de sorgo pelos frangos foi em decorrência de uma eventual preferência deles pelo trigo, o que não coincide com as observações de CUMMING (1983), que observou que os frangos preferiram o sorgo ao invés do trigo. Os autores (MUNT et al., 1995) também atribuíram a repulsa pelo

sorgo pela possível inferior palatabilidade dele, causada pelo tanino mesmo quando em baixa concentração.

5 Peletização das dietas

A peletização consiste em submeter o alimento moído ao calor e umidade sob condições de pressão. Os peletes são resfriados rapidamente e secos sob condições de ar forçado. A umidade ideal para a boa peletização varia com a composição da ração. Entretanto, teores de 15 a 18% são desejáveis. Geralmente ingredientes contendo maiores teores de fibra requerem maior nível de umidade, enquanto que aqueles com baixo nível de fibra requerem menos umidade. A peletização pode ser feita a temperaturas de até 88°C sem maiores efeitos sobre a destruição vitamínica ou prejuízo ao desempenho das aves (LEESON e SUMMERS, 1997).

O fornecimento de dietas peletizadas tem se tornado prática comum, embora a eficiência do seu valor nutricional, relativamente a consistência farelada tem sido inconsistente (CALET, 1965). Assim, questões relativas a custo-benefício da peletização tem sido levantadas (REECE et al., 1985). Alguns autores (BAYLEY et al., 1968) não conseguiram detectar respostas benéficas da peletização sobre o ganho de peso e eficiência alimentar em frangos, enquanto outros sim, trabalhando com frangos (HUSSAR e ROBBLEE, 1962), perus (BLAKELY et al., 1963) e codornas (ANGULO et al., 1993). PLAVNIK et al. (1997) salientam que a variação nas observações pode ter sido devido a: 1) qualidade dos peletes usados nos diferentes experimentos; 2) espécie e idade das aves; 3) comparação do efeito da peletização dos alimentos com diferentes conteúdos energéticos devido a diferenças na adição de gorduras ou conteúdo de fibra.

PLAVNIK et al. (1997) forneceram dietas fareladas ou peletizadas, com níveis crescentes de energia para frangos de corte e perus. O incremento energético foi obtido a partir da suplementação lipídica ou de carboidratos. Quando a energia foi aumentada na forma de suplementação por carboidratos, o ganho de peso e a eficiência alimentar foram semelhantes para as dietas fareladas e peletizadas. Entretanto, a elevação foi maior para as aves que receberam dietas peletizadas. Quando a energia foi adicionada na forma de gordura, também houve uma resposta positiva quanto ao ganho de peso, mas a inclinação da resposta foi inferior nas aves que receberam dietas peletizadas. Isto provavelmente ocorreu devido ao declínio na qualidade dos peletes ao aumentar a gordura na dieta. A trituração dos peletes propiciou pior resposta no ganho de peso e eficiência alimentar, comparativamente a dietas peletizadas. Tanto em frangos como em perus o fornecimento de dietas peletizadas resultou em aumento na gordura abdominal. Resultados semelhantes foram obtidos anteriormente por KLEIN et al. (1995) que estudaram o efeito da forma física da dieta (peletizada ou farelada) sobre as respostas do metabolismo energético de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. Os autores utilizaram a técnica de abate comparativo e verificaram que a peletização favoreceu o consumo, a retenção e a eficiência de retenção de energia metabolizável aparente. Este aumento da retenção de energia causado pela peletização não afetou a quantidade de proteína retida/dia, mas afetou a retenção de gordura. Assim, em animais recebendo dieta peletizada, o percentual de energia bruta retida como gordura aumentou. Estas observações

sustentam os resultados da literatura que demonstram que aves alimentadas com dietas peletizadas tendem a ter maior deposição de gordura e, por conseqüência, menor deposição de proteína. Também KLEIN (1996), avaliando o efeito da qualidade do pelete no desempenho de frangos de corte, mostrou que independente da integridade da estrutura física do pelete, o desempenho dos frangos sempre será melhor do que o daqueles alimentados com dieta farelada. Entretanto, entre os tratamentos que as dietas sofreram peletização, os melhores resultados foram para frangos que receberam peletes íntegros. Isto permite concluir que peletizar uma dieta é um procedimento muito recomendado. Entretanto, podendo produzir peletes de boa qualidade, os resultados de desempenho ficarão ainda melhores.

Diversos mecanismos tem sido propostos para explicar os efeitos da peletização sobre o desempenho. A redução no volume da dieta e o tamanho das partículas são argumentos utilizados para explicar o consumo alimentar e energético para promover o crescimento. A eliminação do efeito sobre o crescimento quando os peletes foram triturados (ARSCOTT et al., 1957) pode ser utilizado para apoiar esta hipótese. O efeito promotor do crescimento pode ser suficiente para explicar a melhora na eficiência alimentar ao peletizar as dietas. Entretanto, diversos aspectos tem sido considerados neste respeito 1) menor gasto energético durante o consumo alimentar (JENSEN e FALEN, 1973); 2) inativação de fatores tóxicos termo-lábeis nos alimentos (ALFRED et al., 1957); e 3) melhora na digestão e utilização dos ingredientes da dieta, especialmente aqueles ricos em fibra (OLSEN e SLINGER, 1968) e alterações químicas nos carboidratos (SAUNDERS et al., 1969), resultando em aumento nos teores de energia metabolizável (SUMMERS et al., 1968) e aumento na biodisponibilidade de aminoácidos (MORAN e SUMMERS, 1970). Por outro lado, SAUNDERS et al. (1969) observaram que a digestão do amido não foi afetada pela peletização, possivelmente devido ao excesso de enzimas digestivas presentes no intestino e pela taxa de passagem da digesta pelo intestino. Assim, a melhora na energia metabolizável pela peletização não foi confirmada (FRANCESCH et al., 1994). Por outro lado, MORAN (1987) comentou que a vantagem da peletização está no aumento da digestibilidade dos nutrientes pelo processo mecânico e pela ação da temperatura. A digestibilidade dos carboidratos aumenta porque a amilose e a amilopectina estão organizadas em grânulos e o tratamento térmico desagrega estes grânulos, facilitando a ação enzimática. A peletização também solubiliza parcialmente as proteínas, pela alteração de suas estruturas e libera vários nutrientes com a ruptura da parede celular. Este autor, entretanto, chamou a atenção de que o excesso de temperatura durante a peletização, ao contrário, pode comprometer a disponibilidade de lisina (reação de Maillard). Segundo o autor, outra vantagem da peletização é que as aves gostam de ingerir partículas um pouco menores que a cavidade bucal. além disso, as aves produzem uma saliva muito viscosa que tem a finalidade de lubrificar o alimento para ser ingerido. Quando o pelete é íntegro, a quantidade de saliva é suficiente para fazer este trabalho. Em dietas fareladas ou com peletes pouco resistentes, as aves necessitam de mais saliva, o que elas não tem condições de produzir. Neste caso, quando a dieta tem ingrediente que favorece a reação com a saliva, formando uma pasta (trigo, centeio e cevada), fornecer ao animal dieta peletizada ou com a moagem grosseira deste ingrediente favorece o consumo. Quando isso não é possível, a pasta adere ao canto da boca, onde estão os dutos salivares, prejudicando a secreção de saliva e dificultando, por

conseqüência, o consumo de ração. Muitas vezes, isto favorece a multiplicação microbiana. McNAUGHT (1984) também sugeriu que a peletização destrói inibidores do crescimento e microorganismos e reduz a segregação e as perdas da ração. NIR et al. (1995) demonstraram que a peletização altera o tamanho e a resistência das partículas. Isto afeta os impulsos sensoriais relacionados com o comportamento da ingestão dos alimentos.

6 Granulometria das dietas para frangos de corte

Em uma revisão sobre o assunto, PENZ (1998) concluiu que existem poucas informações com frangos de corte que justificam alterações fisiológicas do trato gastrointestinal deles quando recebem como alimento, ingredientes fina ou grosseiramente moídos. Tudo indica que as particularidades que existem com mamíferos, em especial com suínos, pouco ou nada tem a ver com o que pode ocorrer com as aves. LINDENMAIER e KARE (1959) já afirmavam que os sentidos de gosto e de olfato são menos desenvolvidos nas aves do que nos mamíferos. HILL (1971) acrescentou que as aves tem na boca somente 12 papilas gustativas rudimentares, em contrapartida dos mamíferos, que tem vários milhares. GOTTSCHALDT e LAUSMANN (1974) comentaram que a falta de habilidade destes sentidos é compensada por mecanorreceptores localizados no bico das aves. SAVORY (1979) sugeriu que o tamanho e a consistência das partículas do alimento afetam as respostas sensoriais que estabelecem a alteração no comportamento de consumo. NIR et al. (1994b) mostraram que frangos de corte preferem alimentos com partículas maiores. Esta observação foi verificada tendo os autores empregado milho, sorgo ou trigo. Aparentemente, esta preferência por partículas maiores aumenta com a idade. Os autores confirmaram que os mecanorreceptores são mais importantes para os frangos de corte do que os sensores químicos. Os mesmos autores (NIR et al., 1994a) citaram LOTT (1989), que confirmou que partículas maiores tem uma velocidade de passagem pelo trato digestivo menor que partículas menores. Entretanto, NIR et al. (1994) também atribuem a diminuição da digestibilidade dos nutrientes quando são empregadas partículas finas porque causam atrofia da moela e uma discreta hipertrofia do intestino, eventualmente causada por fermentação bacteriana. Entretanto, de qualquer maneira, as alterações no trato gastrointestinal podem, de alguma maneira, afetar o apetite de frangos de corte. NIR et al. (1995) sugeriram que a degradação das partículas no intestino delgado proximal é mais lenta quando são maiores. Esta característica faz com que o peristaltismo aumente, o que pode levar a uma maior utilização dos nutrientes. Confirmando a preferência dos frangos em ingerir partículas maiores, KLEIN (1995) trabalhou com dietas peletizadas, 50% peletizada e 50% peletizada/moída, moída e farelada e verificou que as aves, podendo selecionar, buscam as partículas maiores primeiro.

O tamanho das partículas é determinado pelo diâmetro geométrico médio (DGM). Para que a informação da granulometria seja completa é importante que uma medida de dispersão acompanhe aquela informação. Ela é dada pelo desvio padrão geométrico (DPG), que estabelece uma relação de amplitude da variação da granulometria das diferentes partículas. Assim, a informação usada para estabelecer a granulometria em relação ao percentual retido em uma determinada peneira não é

correta e pouco colabora no entendimento da qualidade de moagem utilizada. Em frangos de corte, NIR et al. (1994b) trabalharam com dietas a base de milho ou sorgo, onde os grãos foram moídos em moinho martelo e as partículas foram separadas em finas (DGM de 0,57 a 0,67mm), médias (DGM de 1,13 a 1,23mm) e grossas (DGM de 2,01 a 2,10mm). Os frangos foram alimentados de 1 a 21 dias de idade com as dietas. No período de 1 a 7 dias, os autores não observaram qualquer diferença no desempenho dos animais. Entretanto, no período de 7 a 21 dias houveram diferenças. Frangos alimentados com partículas finas, dependendo do cereal utilizado, tiveram menor consumo de ração, menor ganho de peso e pior eficiência alimentar.

NIR et al. (1994b), avaliando os efeitos da granulometria dos grãos sobre as características de diferentes órgãos, já observaram aos 7 dias de idade que o peso e o conteúdo da moela dos frangos, alimentados com grãos finamente moídos, estavam menores e o pH maior que o dos frangos alimentados com partículas maiores. As mesmas diferenças foram observadas com 21 dias de idade. Com relação ao duodeno, as partículas médias e grossas diminuíram o peso, mas não afetaram o conteúdo. Esta mesma tendência foi observada no peso e no conteúdo do jejuno+íleo e no peso do ceco. O pH do conteúdo intestinal foi maior quando partículas médias e grossas foram empregadas. Não foram encontradas diferenças nos pesos de fígado e pâncreas.

Baseados em todos os resultados de desempenho e fisiológicos, os autores (NIR et al., 1994a) sugeriram que frangos jovens preferem dietas com grãos com tamanho de partícula com DGM em torno de 0,7 e 0,9 mm. Estes valores confirmam aquele proposto por NIR et al. (1994), que sugeriram 0,769 como melhor DGM para uma dieta a base de milho, para frangos de corte entre 1 e 21 dias de idade e contrariam o valor de DGM proposto por LOTT et al. (1992) que determinaram que partículas com DGM de 1,196 mm, em dietas a base de milho e farelo de soja, são muito grandes e podem prejudicar o desempenho de frangos de corte jovens. Entretanto, os autores (NIR et al., 1994) também chamaram a atenção que o DGM não deve ser a única medida para avaliar tamanho de partícula da dieta. É importante que também seja observado o DPG, que representa a variabilidade de tamanho das partículas entre si. Quanto menor o DPG, melhor o desempenho de frangos de corte. Os autores mostraram que quando o DPG se aproximou de 2, independente do DGM, o desempenho de frango de corte ficou prejudicado.

Em trabalho envolvendo milho com granulometrias crescentes (337 a 867 micra), MAGRO e PENZ (1998) verificaram que as melhores respostas produtivas foram alcançadas com a ração que tinha maior DGM. O problema da granulometria não está restrito aos grãos ou a dieta como um todo. BRUGALLI (1996) mostrou que a granulometria é uma variável importante também para avaliar a qualidade de uma farinha de carne (20 e 40% de substituição). Trabalhando com pintos com idade entre 15 e 24 dias, verificou que a farinha de carne com DGM de 590 micra teve um valor de energia metabolizável inferior aquelas da mesma farinha de carne com DGM de 510 e 420 micra, independente do nível de substituição empregado.

7 Interação vitamínica para Frangos e Poedeiras

As vitaminas tiveram grande parte de suas exigências determinadas durante as décadas de 40 e 60. A partir de então poucos estudos desta natureza se desenvolveram. Tanto isto é verdade que dentre as vitaminas hidrossolúveis, a riboflavina se constitui normalmente na mais limitante para aves, tendo em vista o seu baixo nível nos alimentos de origem vegetal. Pois se passaram 40 anos entre dois experimentos que determinaram as exigências desta vitamina (RUIZ e HARMS, 1988). Atualmente, nutricionistas tendem a adicionar níveis excessivos de vitaminas visando atender margem de segurança, devido a labilidade de algumas vitaminas, bem como a insegurança de que as exigências nutricionais de vitaminas outrora determinadas ainda sejam válidas, uma vez que as aves modificaram geneticamente através dos anos. Portanto, atualmente, a determinação das exigências nutricionais de vitaminas se constituem em um campo aberto.

Mister se faz salientar que as vitaminas podem interagir entre si tanto a nível dietético como metabólico. Este fato, principalmente a nível dietético é freqüentemente esquecido e merece consideração. Ainda na década de 30, pesquisadores sugeriram que havia interação entre as vitaminas A, D e E tanto no homem com em animais. Todas de natureza lipossolúvel. Interações ocorrem entre estas vitaminas lipossolúveis devido a sua característica física de solubilidade lipídica. O entendimento desta interação é especialmente importante principalmente no que se refere a mistura da ração. Erros na mistura da ração, quer seja no excesso ou deficiência de quantidades de vitaminas lipossolúveis poderia criar uma condição de desbalanceamento vitamínico.

Estudos demonstraram que o fornecimento de altos níveis de vitamina A induzia a redução na concentração plasmática e tecidual de tocoferol em pintos. Por outro lado, altos níveis de vitamina E amenizavam a hipervitaminose A em pintos (SKLAN e DONOGHUE, 1982).

MARCH et al. (1973) registraram que em dietas deficientes em vitamina D ou cálcio, a calcificação óssea foi reduzida quando os pintos recebiam excesso de vitamina E. Similarmente, MURPHY et al. (1981) observaram redução nas cinzas ósseas e cálcio e fósforo plasmáticos quando os pintos receberam altas doses de vitamina E. Uma interação significativa entre as vitaminas A, E e D foi observada sobre a concentração de vitamina E no plasma de frangos (ABAWI e SULLIVAN, 1989). Um excesso de vitamina D protege os pintos contra efeitos tóxicos da vitamina A (VELTMANN et al., 1986).

ABURTO e BRITTON (1998a) estudaram a interação entre as vitaminas A, E e colecalciferol para frangos de corte. Os autores conduziram uma série de experimentos, onde alternaram os níveis das vitaminas. No experimento 1, os pintos receberam níveis marginais de vitamina D (500 UI/kg), e níveis crescentes de vitamina A (5000 a 160000 UI/kg). O teor de cinzas ósseas foi reduzido com níveis dietéticos de vitamina A de 10000 UI/kg, enquanto que níveis de vitamina A acima de 20000 UI/kg propiciaram redução no ganho de peso. No experimento 2, dois níveis de vitamina A (1500 e 15000 UI/kg) e seis níveis de vitamina E (variando de 10 a 10000 UI/kg) foram adicionados a dieta basal. Altos níveis de vitamina A e E reduziram significativamente o teor de cinzas ósseas. A interação entre as vitaminas A X E foi significativa para raquitismo. No experimento 3, os mesmos dois níveis de vitamina A do experimento

2 e seis níveis de vitamina D (variando de 500 a 3000 UI/kg) foram adicionados a dieta basal que continha 10000 UI de vitamina E/kg. O peso corporal e cinzas ósseas foram aumentadas ao aumentar os níveis de vitamina D, com correspondente redução no raquitismo. No experimento 4, três níveis de vitamina A (1500, 15000 e 45000 UI/kg), três níveis de vitamina E (10, 5000 e 10000 UI/kg) foram adicionados a dieta basal. Ao aumentar os níveis de vitamina A na dieta, foi observado uma redução nas cinzas ósseas e no cálcio plasmático. Uma correspondente redução no raquitismo foi registrada ao aumentar os níveis de vitamina D. Ao aumentar os níveis de vitamina E na dieta, afetou adversamente as cinzas ósseas, cálcio plasmático e teores de vitamina A no plasma e fígado. Ao aumentar os níveis de vitamina E na dieta, afetou adversamente as cinzas ósseas, cálcio plasmático e concentrações de vitamina A no plasma e fígado. Estes resultados indicam a necessidade de formular dietas com níveis em proporções adequadas de vitaminas A, D e E. Os mesmos autores (ABURTO E BRITTON, 1998b), em outro estudo, observaram que altos níveis de vitaminas A e E afetaram negativamente a utilização de vitamina D, somente quando níveis marginais de vitamina D (500 UI/kg) estava presente na dieta, mas não quando ela era sintetizada pela ave, após exposição a luz ultravioleta do sol, ou suplementada com 2500 UI de vitamina D/kg.

A vitamina D₃ é fornecida para animais tanto através da conversão do 7-desidrocolesterol a colecalciferol na pele ou a partir de fontes dietéticas. Uma forma derivada de vitamina D, tanto sintetizada internamente ou a partir de fontes dietéticas, é metabolicamente ativada no fígado pela hidroxilação na posição 25. Esta representa a forma de vitamina D mais abundante no plasma. O rim é o segundo local onde ocorre hidroxilação. Ele pode ocorrer tanto na posição C-1 para fornecer 1,25 (OH)₂D₃ ou no C-24 para produzir 24,25 (OH)₂D₃. Embora mais de 30 metabólitos de vitamina D tenham sido descritos, a 25-(OH)-D₃, 1,25-(OH)-D₃ e 24,25-(OH)-D₃ são considerados os três metabólitos ativos (NORMAN, 1987).

A atividade da vitamina D₃, 25-(OH)-D₃ e 1,25-(OH)-D₃, em pintos varia dependendo da resposta biológica que está sendo usada como critério de resposta. SOARES et al. (1978) estimaram que 25-(OH)-D₃ é 2,5 a 4,5 vezes mais ativa que a vitamina D pura para pintos. EDWARDS et al. (1992) registraram que a suplementação de 3 mcg/kg de 1,25-(OH)-D₃ ou 1-(OH)D₃ satisfizeram as exigências de D₃. Baseado em vários estudos com 1,25-(OH)-D₃, DeLUCA (1974) registraram que a 1,25-(OH)-D₃ é um hormônio esteróide, sendo um metabólito metabolicamente ativo da vitamina D, apresenta atividade 10 vezes superior a da vitamina D₃ na prevenção e cura do raquitismo.

A absorção e excreção de colecalciferol e 25-(OH)-D₃ é diferente. BAR et al. (1980) registraram que a absorção total de 25-(OH)-D₃ foi significativamente superior (83,6%) a do colecalciferol (66,5%) em pintos. EDWARDS et al. (1992) registraram que a vitamina D₃ sintetizada no animal, quando catalizada pela luz ultravioleta, é mais ativa do que a vitamina D₃ administrada oralmente na ração. No atual estágio desenvolvimento genético das aves domésticas em confinamento a conversão da 7-desidrocolesterol usualmente não assegura colecalciferol suficiente resultando em falha no suprimento adequado de vitamina D₃. Portanto as aves criadas em condições de confinamento dependem quase que totalmente de fontes dietéticas de vitamina D₃ para o seu crescimento normal e metabolismo ósseo.

Conforme supracitado altos níveis de vitamina A podem afetar a utilização de vitamina D3, enquanto que altos níveis de vitamina D3, especialmente do seu metabólito ativo (1,25-(OH)-D3), poderia ser potencialmente tóxico. EDWARDS et al. (1992) registraram que 15 mcg/kg de 1,25-(OH)-D3 propiciava a redução no peso corporal e a suplementação de 9, 12 ou 15 mcg/kg de 1,25-(OH)-D3 causavam uma redução significativa nas cinzas ósseas. ABURTO et al. (1998) suspeitaram que a vitamina D3 amenizava os efeitos tóxicos da vitamina A e se o mecanismo pelo qual estas vitaminas interagem fosse muito similar, então altos níveis de vitamina A da dieta poderiam impedir a toxicidade potencial da vitamina D3, especialmente quando a 25-(OH)-D3 ou 1,25-(OH)-D3 são adicionados diretamente a dieta. Após uma série de experimentos, os autores realmente concluíram que altos níveis de vitamina A na dieta (45000 UI/kg) interferem com a utilização da vitamina D3, 25-(OH)-D3 e 1,25-(OH)-D3 amenizando os seus possíveis efeitos tóxicos em frangos.

Em poedeiras, vários estudos envolvendo possíveis soluções quanto a qualidade da casca em animais de idade avançada, utilizando 1,25-(OH)-D3 e ácido ascórbico, foram conduzidos. Tendo em vista que a depleção do cálcio estrutural presente no esqueleto em poedeiras altamente produtoras, aumenta as exigências dietéticas de cálcio para a produção da casca dos ovos. Estas aves são propensas a osteoporose (ABE et al., 1982, NEWMAN e LEESON, 1997). É possível que um tratamento que melhora as características da casca possa a ter um impacto sobre os parâmetros ósseos da poedeira.

Possivelmente a eficiência das reações de hidroxilação necessárias para converter colecalciferol para 1,25-(OH)-D3 pode ser reduzido com o avançar da idade das poedeiras (FROST et al., 1990; ELAROUSSI et al., 1994). A 1,25-(OH)-D3 é necessária para a regulação da absorção e excreção de cálcio e pode iniciar a mobilização das reservas de cálcio dos ossos para fornecer cálcio adequado para a produção da casca dos ovos (ABE et al., 1982). Caso a 1,25-(OH)-D3 não se encontre disponível para absorção intestinal e reabsorção de cálcio ao nível renal, então resta como única alternativa a reserva óssea, que pode ser utilizada em resposta a um aumento nos níveis de paratormônio no sangue.

Pesquisas envolvendo a capacidade das poedeiras de idade avançada em metabolizar ou responder a 1,25-(OH)-D3 demonstraram que embora possa ter níveis similares de produção de 1,25-(OH)-D3 no rim de poedeiras jovens e de idade avançada, quando as aves forem submetidas a dietas contendo níveis restritos de cálcio, a qualidade da casca e a resistência óssea deterioraram mais rapidamente nas poedeiras velhas (BAR e HURWITZ, 1987). Esta observação indica que a hidroxilação na posição 25 ao nível do fígado não é afetado pela idade, mas que a ave seja menos hábil para ajustar o nível de produção da 1,25-(OH)-D3 para atender as exigências das aves (BAR e HURWITZ, 1987; ELAROUSSI et al., 1994). Embora poedeiras de idade mais avançada demonstraram níveis elevados de 1,25-(OH)-D3 quando receberam uma dieta contendo baixos níveis de cálcio (0,8%), a velocidade e magnitude das respostas foi superior em aves com 22 semanas de idade que em aves mais velhas. ABE et al. (1982) e ELAROUSSI et al. (1994) registraram que poedeiras mais velhas apresentavam níveis inferiores de 1 alfa hidroxilase, do que em poedeiras mais jovens. Além da redução do acúmulo de 1,25-(OH)-D3, ABE et al. (1982) registraram níveis inferiores de 1,25-(OH)-D3 no plasma, o que sugere um aumento na taxa de degradação dos compostos no sistema destas aves de idade mais avançada.

Embora o maior foco da utilização de 1,25-(OH)-D3 envolvendo poedeiras tenha sido sobre a qualidade da casca dos ovos, tendências indicam que a massa da tíbia seja aumentada em aves recebendo uma dieta contendo de 3 a 5 mcg/kg de 1,25-(OH)-D3, é um indicativo do aumento da mineralização óssea (FROST et al., 1990; TSANG et al., 1990). A toxicidade, indicada pela morbidade e mortalidade, foi detectada quando os níveis de 7 mcg/kg foram adicionados. Além das alterações observadas nas propriedades da casca, a vitamina C apresenta alguma função na melhora das características ósseas (ORBAN et al., 1993). Esta melhora pode ser atribuída a um aumento na absorção de cálcio, ou possivelmente ao papel que a vitamina C apresenta no desenvolvimento ósseo. O ácido ascórbico é um cofator essencial na formação do colágeno e formação da matriz óssea do colágeno (LEESON et al., 1995; NEWMAN e LEESON, 1997).

NEWMAN e LEESON (1999) estudaram o efeito da suplementação da 1,25-diidroxicolecalciferol ou vitamina C sobre as características da tíbia de poedeiras com 72 semanas de idade avançada. Os tratamentos consistiram na suplementação de dois níveis de vitamina D (0 ou 5 mcg/kg 1,25OH₂D₃) e vitamina C (0 ou 100 ppm). As dietas foram fornecidas durante um período de 30 dias, com observação periódica sobre as características ósseas das aves. Nas aves que não receberam vitaminas na dieta, levou 30 dias para reduzir a resistência óssea e estas aves apresentaram menor conteúdo de cinzas ósseas já aos 15 dias, embora o conteúdo de cálcio nos ossos não fosse afetado. A adição de 1,25(OH)D₃ a ração propiciou um aumento na resistência óssea após 15 dias das aves terem sido submetidas a dietas deficientes das vitaminas. Este aumento na resistência óssea esteve associado com aumento na espessura óssea. A vitamina C geralmente apresentou pouco efeito nas características ósseas das aves. Os autores sugeriram que existe pouco efeito da suplementação da 1,25OHD₃ ou vitamina C sobre a deposição de reservas ósseas.

8 Dieta pré-inicial para frangos de corte

Em condições comerciais, geralmente, o nascimento se processa durante um período de dois dias. Os pintos são removidos do nascedouro somente quando a maior parte deles nasceu. Assim, os pintos recém nascidos permanecem sem nutrientes durante este período. Após a retirada do nascedouro, outros procedimentos, como sexagem, vacinação, e acondicionamento ocorrem antes das aves serem conduzidas aos aviários de produção. Assim, as aves podem ficar até 48 horas do nascimento até o seu destino final (NOY e SKLAN, 1999). A carência de arraçoamento durante este período resulta em redução no desempenho de frangos e perus (NOY e SKLAN, 1997).

As alterações anatomo-fisiológicas do aparelho digestivo dos frangos de corte nos primeiros dias de vida são marcantes. Após a eclosão, os pesos do pró-ventrículo, da moela, do intestino delgado, do fígado e do pâncreas aumentam mais rapidamente que o peso corporal das aves e os pesos de outros tecidos. O número de enterócitos por vilosidade também aumenta nesta fase (DROR et al., 1977; NIR et al., 1993; NOY e SKLAN, 1997). Uma estrutura fundamental para os pintos nos primeiros dias de vida é o saco vitelínico. KROGDHAL (1985) afirmou que as substâncias contidas no saco vitelínico são absorvidas diretamente pela membrana ou pelo epitélio do saco vitelínico

ou pela mucosa intestinal, onde o último é o menos importante dos três. NIR et al. (1991) mostraram que linhagens de frangos de corte com maior velocidade de ganho de peso apresentaram saco vitelínico com maior peso no momento da eclosão. NOY e SKLAN (1997) verificaram que o saco vitelínico é mais rapidamente absorvido em animais recebendo alimento do que naqueles que permaneceram em jejum. Assim, deixar os animais sem comer nos primeiros momentos de vida impossibilita o início dos estímulos dos nutrientes sobre o sistema digestivo e reduz a utilização dos nutrientes disponíveis no saco vitelínico, que são importantes para o desenvolvimento inicial dos pintos. Assim, as aves devem ser alimentadas o mais rápido possível e não depender do saco vitelínico. No passado, havia um conceito errôneo de que as aves poderiam ficar longos períodos sem ração e água. Isto era baseado no princípio de que na natureza o saco vitelínico manteria as aves recém nascidas durante longos períodos até que alimentação estável fosse encontrada. Entretanto, atualmente devido ao sistema intensivo de criação, o alimento deve ser oferecido imediatamente para a aves, sob pena de perda de potencial, caso isto não for feito (UNI, 1998).

O arraçoamento precoce contribui para o desenvolvimento precoce da resposta imunológica (UNI, 1998). A bolsa de Fabricius possui papel preponderante na produção de anticorpos. Ela alcança completamente esta função aos 4 dias após o nascimento. No momento da eclosão, os dutos da bursa se abrem. Simultaneamente, o transporte de antígenos encontrados no ambiente para o lúmen da bursa e para dentro dos folículos linfóides começam. Concebivelmente, a função periférica da bursa em expôr dinamicamente células pluripotentes aos antígenos ambientais poderia servir para a criação de um repertório necessário para a sobrevivência do hospedeiro em um dado ambiente. A conexão com a nutrição se dá durante a passagem do alimento pelo trato gastrintestinal. O alimento não é estéril e contém muitos antígenos, expondo-os a bursa. Quanto mais cedo o animal for arraçoado, mais cedo ocorrerá a proliferação das células pluripotentes. Segundo MORAN (1985), os enterócitos desenvolvidos durante a fase embrionária tem como função prioritária a absorção de imunoglobulinas. São elas que estimulam o desenvolvimento das vilosidades e do aparecimento de mais enterócitos nas criptas. Estes enterócitos é que possibilitam a síntese de diferentes enzimas, como as carboidratases, capazes de digerir glicídios complexos. MORAN (1985) também afirmou que a secreção de alfa-amilase é substrato dependente, sendo influenciada pela quantidade de amido na dieta. DAUTLICK e STRITTMATTER (1970) comentaram que as enzimas maltase e sacarase atingem suas atividades máximas quando os pintos tem 4 dias de idade. A absorção dos lipídios depende da presença de sais biliares, da lipase pancreática, da colipase e da proteína ligadora de ácidos graxos. Entretanto, a secreção de sais biliares é que deve ser a primeira limitante nos processos de digestão e absorção dos lipídios. SERAFIN e NESHEIM (1970) sugeriram que pintos recém eclodidos não conseguem aumentar a secreção de sais biliares mesmo quando há demanda. Os pintos também tem uma imatura circulação enterohepática após a eclosão. HUDSON e LEVIN (1968) e PRATT e TERNER (1971) mostraram que os embriões são capazes de absorver aminoácidos pelo intestino mesmo antes de eclodirem. Esta habilidade pode justificar porque pintos recém eclodidos não tem problema para absorver aminoácidos. TARVID (1992) verificou que no dia da eclosão, os pintos já apresentavam carboxipeptidase A e dipeptidase ativas no lúmen do intestino. O autor sugeriu que a presença das enzimas ativas não depende somente

da idade dos pintos, mas também do início do processo de alimentação com dieta sólida. Esta observação tinha sido anteriormente feita por AUSTIC (1985), quando verificou que as concentrações de tripsina e quimiotripsina aumentaram quando os pintos receberam dieta contendo teor protéico acima daqueles valores normalmente empregados. Quando foi fornecida aos pintos uma dieta sem proteína, ocorreu uma diminuição nas atividades daquelas enzimas.

Embora o saco vitelínico possa fornecer a maioria dos nutrientes nas primeiras horas de vida dos pintos, é o estímulo de consumo de alimento sólido que propiciara as principais alterações da estrutura física do aparelho digestivo e de suas secreções, indispensáveis para a digestão dos nutrientes neste momento (NEWHEY et al., 1970; MICHAEL e HODGES, 1973; BARANYOVA e HOLMAN, 1976). MORAN (1985) também citou que a passagem de alimento pelo trato digestivo de pintos recém nascidos favorece o desenvolvimento dos enterócitos das criptas e que, gradualmente, substituem os enterócitos formados durante a fase embrionária. Quando esta substituição ocorrer, os frangos de corte terão atingido sua maturidade de digestão e absorção dos nutrientes. Assim, é extremamente importante que os pintos comecem a consumir alimento sólido o mais breve possível após a eclosão.

NOY e PINCHASOV (1993) demonstraram que o fornecimento, via oral, de 0,5 de uma solução de glicose:amido:óleo (1:1:1 vol/vol/vol) favoreceu o desempenho de pintos. Este efeito foi mais marcante quando os pintos foram mantidos sem alimento e sem água por 24 horas após a eclosão. Pintos mantidos por 24 horas sem alimento e sem água com dois dias de idade já tinham peso inferior aqueles imediatamente postos em contato com a água. O uso de solução nutritiva favoreceu o desempenho dos frangos de corte aos 40 dias de idade quando receberam alimento e água imediatamente após a eclosão ou não. Os mesmos autores também estudaram o efeito do uso da mesma solução nutritiva em pintos provenientes de lotes de matrizes novas (28 semanas de idade) ou velhas (70 semanas de idade). Aos 40 dias de idade o uso da solução nutritiva favoreceu o desempenho dos pintos das duas origens. Frangos de corte provenientes de matrizes novas e que receberam solução nutritiva, apresentaram melhor peso que frangos de corte provenientes de matrizes velhas e que não receberam solução nutritiva.

Todos estes resultados estão de acordo com os encontrados por PINCHASOV (1991), que determinou que a quantidade de alimento consumida é o principal fator que afeta o ganho de peso dos frangos de corte ao abate. O uso de solução nutritiva provavelmente estimulou o trato digestivo, fazendo com que os pintos que receberam aquela solução se tornassem mais rapidamente independentes dos nutrientes do saco vitelínico e mais dependentes das fontes externas de nutrientes.

Assim, como pré-inicial deve ser entendida aquela dieta que será oferecida para os frangos de corte nos primeiros 7 dias de idade. Seu consumo será de aproximadamente 150 g/animal. Esta dieta terá como características básicas menos gordura bruta e, conseqüentemente, menos energia metabolizável, mais proteína e mais sódio, ingredientes de alta qualidade, evitando aqueles ricos em polissacarídico não amídicos solúveis ou comprometidos com fungos, micotoxinas ou, eventualmente, oxidados.

A principal fonte de energia da dieta dos pintos são os glicídios. Eles são facilmente digeridos e absorvidos desde a eclosão. Porém, uma dieta com alto teor energético necessita ter na sua composição alguma fonte lipídica, de baixa disponibilidade, nos

primeiros dias de vida dos pintos. MAIORKA et al. (1997) mostraram que em dietas variando em energia metabolizável (2900, 3000 e 3100 kcal EM/kg), o consumo de ração só foi regulado pela energia de uma maneira adequada na terceira semana de idade. Assim, pelos resultados obtidos parece não ser pertinente empregar altos níveis de energia provenientes de lipídios na primeira semana de idade pois o maior consumo de energia não resulta em um maior ganho de peso e uma melhor conversão alimentar dos animais. Além disso, caso os lipídios não sejam totalmente absorvidos parece não ser pertinente empregar altos níveis de energia provenientes de lipídios na primeira semana de idade, pois o maior consumo de energia não resulta em maior ganho de peso e em melhor conversão alimentar dos animais. Além disso, caso os lipídios não sejam totalmente absorvidos, o que é provável, ou que eles venham oxidados com os alimentos, os danos que poderão causar aos pintos na primeira semana de vida podem ser marcantes. Peróxidos, provenientes da rancificação oxidativa dos lipídios, comprometem a anatomia do trato digestivo e as células em geral, além de prejudicar a disponibilidade de vários nutrientes, entre eles as vitaminas lipossolúveis. Estas alterações podem afetar o desempenho de frangos de corte nesta fase e nas fases seguintes. Naquele experimento (MAIORKA et al., 1997), os níveis de óleo de soja adicionados nas três rações foram 1,1; 3,6 e 6,1%, respectivamente. Em tese, a probabilidade de oxidação das gorduras foi maior quanto maior foi a adição de óleo na dieta. CABEL et al. (1988) mostraram que 7 meq/kg de peróxido na dieta de frangos de corte prejudicou o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais aos 21 e 42 dias de idade. Lamentavelmente, os autores não registraram as perdas de desempenho na primeira semana de idade das aves.

HARGIS e CREGER (1980) demonstraram que frangos de corte alimentados com dietas sem suplementação de lipídios nos primeiros 7 dias de vida, independente do nível de energia das dietas após este período, depositaram menos gordura abdominal aos 49 dias de idade. Porém, aqueles resultados não estão de acordo com os apresentados por MAURICE et al. (1982). JENSEN et al. (1987) mostraram que o que mais afeta o teor de gordura abdominal aos 49 dias de idade é uma dieta oferecida nos primeiros 7 dias com alto nível de proteína (28 X 23%), independente do teor de energia. Já BARTOV (1987) observou que nem o teor de gordura suplementado e nem a relação energia:proteína empregados em dietas oferecidas aos frangos de corte na primeira semana de idade influenciaram na deposição de gordura com 7 semanas de idade.

Com relação ao sódio, o NRC (1994) recomenda, para frangos de corte nas três primeiras semanas de idade, o nível de 0,20% de sódio, diferente do valor sugerido em 1977 e 1984, que era de 0,15%. BRITTON (1992) mostrou que o 0,15% de sódio não permitiu o melhor desempenho de frangos de corte. Ele estudou o efeito da suplementação de sódio, na forma de cloreto de sódio, para frangos até 7 dias de idade. Pelos resultados apresentados, a exigência de sódio total para pintos na primeira semana de idade é em torno de 0,39%. MAIORKA et al. (1998), trabalhando com níveis crescentes de sódio total (0,10%, 0,22%; 0,34% e 0,46%) em dietas de primeira semana de frangos, verificaram que o nível adequado de sódio nesta fase é superior aquele sugerido pelo NRC (1994) e muito próximo do recomendado por BRITTON (1992). As equações de regressão obtidas no trabalho sugeriram para consumo de água 0,44%, para consumo de ração 0,40%, para ganho de peso 0,40% e para conversão alimentar, 0,38%. Naquele trabalho também foi verificado que

o aumento de consumo de ração foi correlacionado com o consumo de água e o consumo de ração correlacionou-se com o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos. Os autores verificaram que o nível de sódio não interferiu na excreção de água, fato interessante e que põe em cheque o paradigma que relaciona piora na qualidade da cama em situações de aumento da suplementação de sódio. No mesmo experimento, os autores avaliaram o efeito da relação entre sódio, potássio e cloro das dietas. As equações de regressão sugeriram para consumo de água, 79 meq/kg, para consumo de ração, 174 meq/kg, para ganho de peso, 163 meq/kg e para conversão alimentar, 137 meq/kg. MOGIN (1981) sugeriu que a melhor relação para frangos de corte seria de 250 meq/kg.

Anteriormente foram citados os trabalhos de JENSEN et al. (1987) e BARTOV (1987), que mostraram que o teor de proteína da dieta na fase pré-inicial tem efeito contraditório no desempenho e na composição da carcaça dos frangos ao abate. Entretanto, PENZ (1992) mostrou que teoricamente os frangos de corte necessitam de mais proteína nos primeiros dias de vida quando os valores são expressos em função do peso do animal elevado a potência 0,75. A partir de aproximadamente 17 dias, as exigências protéicas diárias, expressas por quilograma de peso metabólico, são inferiores aquelas da primeira fase e bastante constantes até o abate. O autor questionou a razão desta discrepância nas exigências protéicas. A hipótese sustentada foi a de que os frangos de corte na primeira fase de vida necessitam de ambiente com elevada temperatura, o que normalmente não está disponível. A forma que as aves encontrariam para compensar esta queda de temperatura ambiental seria consumindo mais proteína do que teoricamente deveriam, catabolizando o excesso de alguns aminoácidos. O catabolismo dos aminoácidos gera calor metabólico, o que seria benéfico nos primeiros dias de vida dos frangos de corte. Esta hipótese tem fundamento. Frangos criados em ambiente termoneutro necessitam menos proteína que aqueles criados em ambientes frios.

Recentemente, NOY e SKLAN (1999) estudaram diferentes tipos de alimentação precoce para pintos e perus. As aves tiveram acesso a água, serragem ou nutrientes na forma sólida, semi-sólida ou líquida. A ingestão de água logo após o nascimento aumentou transitoriamente o peso corporal das aves, mas nenhuma diferença foi observada após 8 dias de idade. O acesso a serragem também resultou em elevação do peso corporal próximo ao nascimento. Este efeito se tornou aparente até 14 dias de idade. O fornecimento de nutrientes na forma sólida, semi-sólida ou líquida após o nascimento resultou em aumento no peso corporal, o qual foi mantido até o abate tanto em frangos como em perus. A eficiência alimentar não foi alterada pelo arraçoamento precoce, mas o rendimento do peito foi significativamente aumentado por qualquer suplemento. Nenhuma diferença no desempenho produtivo foi observada entre as diferentes formas de suplementação alimentar.

Em resumo, UNE (1998) salientou os principais pontos a serem considerados na dieta pré-inicial:

- Alimentar as aves o mais cedo possível;
- Não depender do saco vitelínico;
- Alimentação o mais cedo possível contribuirá para o desenvolvimento da resposta imune;

- Existe um limite biológico da função do trato gastrintestinal;
- O trato gastrintestinal deve começar a funcionar o mais rápido possível após o nascimento;
- Novas tecnologias deveriam ser desenvolvidas para novos comedouros e novas dietas (poderiam se adequar para nascedouros).

9 Formulação de dietas a base de proteína ideal

MICHEL (1964), citado por PARSONS e BECKER (1994), foi quem definiu por proteína ideal a mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade na digestão e no metabolismo, cuja composição é idêntica as exigências para manutenção e o crescimento do animal. Logo, o conceito da proteína ideal não é novo. O conceito de proteína ideal usa a lisina como aminoácido referência. A razão para isso reside no fato de que em dietas práticas, a lisina é o segundo aminoácido mais limitante e a suplementação deste aminoácido é economicamente viável; 2) a análise de lisina é fácil; 3) a lisina é utilizada somente para manutenção e deposição tecidual e 4) conhecimento da exigência de lisina em diferentes condições ambientais e decomposição corporal encontram-se disponíveis (EMMERT e BAKER, 1997).

Existem, entretanto, algumas dificuldades para a sua introdução indiscriminada nas formulações das dietas para frangos de corte e outros animais. Entre elas, está o desconhecimento da digestibilidade dos aminoácidos nos diferentes ingredientes. A relação mais conveniente da lisina com os demais aminoácidos essenciais também é bastante discutida. Dúvidas existem principalmente quanto a relação lis:tre. Isto é importante, pois dependendo da relação, haverá a necessidade ou não da suplementação de treonina sintética. Além disso, exigências nutricionais da maior parte dos aminoácidos, especialmente após 21 dias de idade, sob diferentes condições dietéticas e ambientais não encontram-se amplamente disponíveis (EMMERT e BAKER, 1997). Também estes autores comentam que as exigências de lisina para manutenção podem ser substancialmente maiores que previamente estimadas, pondo em risco a questão da validade em aumentar a relação dos aminoácidos com a lisina durante os últimos períodos de crescimento. Possivelmente a relação entre aminoácidos sulfurados e treonina para com a lisina seja inferior a previamente estimada.

DARI (1996) e DARI e PENZ (1996), trabalhando com frangos de corte machos, no período de 21 a 42 dias de idade, identificaram que as dietas a base de milho e farelo de soja podem ter o valor protéico reduzido (20% X 18,2%) quando formuladas com base em aminoácidos digestíveis e são avaliados parâmetros de desempenho. Porém, naquele trabalho a qualidade da carcaça ficou prejudicada. Também verificaram que a formulação das dietas com baixo teor protéico, mas suplementadas com treonina para manter a relação lis:tre de 100:70, melhorou a qualidade da carcaça quando comparada com a relação 100:67. No mesmo trabalho, os autores verificaram, empregando análise de contrastes, que usando ingredientes alternativos (5% de farinha de carne, 5% de farinha de penas e 6,5% de farelo de trigo), de baixa digestibilidade, a formulação com base em aminoácidos digestíveis proporcionou resultados similares aqueles obtidos com dietas formuladas a base de milho e farelo

de soja e melhor do que aquelas formuladas a base de alimentos alternativos usando aminoácidos totais. Estas informações corroboram as de PARSONS (1991), que observou que em uma dieta a base de milho e farelo de soja, o uso de níveis de aminoácidos totais ou digestíveis é menos significativo devido a similaridade nos valores de digestibilidade entre aminoácidos essenciais. Entretanto, mesmo neste caso, o uso de aminoácidos digestíveis é recomendado, particularmente se aminoácidos sintéticos serem utilizados (EMMERT e BAKER, 1997). Dentro deste contexto, é sabido que a digestibilidade e biodisponibilidade de aminoácidos da farinha de carne e ossos varia conforme as condições de processamento. Assim, WANG e PARSONS (1998) concluíram que a formulação de dietas contendo farinha de carne e ossos utilizando dados de aminoácidos digestíveis é superior a formulação de dietas em base de aminoácidos totais. Além disso, o fornecimento de dietas contendo altos níveis de farinha de carne de baixa qualidade requer a suplementação de aminoácidos para obter o máximo ganho de peso dos pintos.

MAIORKA (1998) trabalhou com dietas contendo dois níveis de energia (2900 e 3200 kcal EM/kg), empregando dietas a base de alimentos alternativos como aquelas de DARI (1996), formuladas com base em aminoácidos digestíveis e totais. O autor verificou que o uso de fórmulas baseadas em aminoácidos digestíveis melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos de corte. Também verificou que dietas com mais energia (3200 kcal EM/kg) proporcionaram menor consumo de ração, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. A formulação com base em aminoácidos digestíveis não melhorou a composição da carcaça. Entretanto, frangos alimentados com as dietas contendo 3200 kcal EM/kg apresentaram maior teor de gordura abdominal. O uso de aminoácidos digestíveis é aconselhável para evitar suplementação excessiva ao usar aminoácidos sintéticos. Além disso, o uso de fontes protéicas alternativas, tais como proteínas de origem animal, provavelmente requerem formulação dietética baseada em aminoácidos digestíveis, uma vez que ingredientes alternativos provavelmente vão diferir substancialmente daqueles do milho e farelo de soja.

10 Poedeiras

Fracionamento das dietas

Baseado em extensa revisão bibliográfica, KESHAVARZ (1998a) formulou uma hipótese de que o método atual de arraçoamento de poedeiras, ou seja, uma dieta com níveis constantes de nutrientes durante o dia não propiciam utilização eficiente de nutrientes. A hipótese foi baseada no fato de que a gema, o albúmen e a casca são depositados durante diferentes períodos do dia. Poedeiras atuais colocam ovos em longas seqüências. O primeiro ovo do ciclo é colocado cedo pela manhã. As ovulações subsequentes ocorrem em torno de 30 minutos após a oviposição. Do infundíbulo até o útero, o ovo em formação leva em torno de 4,5 horas. A maior parte do tempo, o ovo passa no magno, onde o albúme é formado e secretado. A partir de então, o ovo permanece em torno de 21 horas na glândula da casca, onde a casca é depositada, antes de ocorrer a oviposição (AUSTIC e NESHEIM, 1990). Devido a seleção para alta taxa de produção de ovos, o intervalo entre duas oviposições sucessivas é de 24 horas ou pouco superior. As lipoproteínas da gema

são continuamente sintetizadas no fígado (MORRIS e TAYLOR, 1967; ETCHES, 1996) e são depositadas no folículo até que ocorra a oviposição. Por outro lado, proteínas do albúmen e da casca são formadas e secretadas diariamente, mas em diferentes horas do dia. Enquanto as proteínas do albúmen são sintetizadas no magno e secretadas neste segmento do oviduto durante a manhã, a formação da casca ocorre pela tarde e noite no útero. Como resultado destes processos, as poedeiras podem ter maiores exigências protéicas durante a manhã e maiores exigências de cálcio durante a tarde. Com respeito ao fósforo, tem sido demonstrado que ao reduzir o nível de fósforo pela tarde resulta em efeito benéfico sobre a qualidade da casca (ROLAND e HARMS, 1976). Além disso, foi demonstrado (HOLCOMBE et al., 1976) que quando as poedeiras foram submetidas a dietas de livre escolha (dietas com alto ou baixo nível de fósforo), o consumo de fósforo foi superior pela manhã (6 a 14 h) do que pela tarde e noite (14 a 20 h). A maior exigência de fósforo pela manhã foi necessária para repor as reservas ósseas que foram mobilizados durante a noite, quando a casca estava sendo formada (GUNARATNE e BOORMAN, 1996). Assim, KESHAVARZ (1998a) propôs ser possível fornecer as aves uma dieta com níveis adequados de proteína e fósforo somente durante o período matutino e um nível adequado de cálcio somente pela tarde e noite, sem afetar o desempenho produtivo. Tal manejo alimentar, caso tenha êxito, apresenta o potencial de reduzir as exigências diárias das poedeiras para estes nutrientes devido a maior eficiência de utilização e, como resultado, redução da excreção de cálcio, fósforo e nitrogênio nas excretas, bem como auxilia na redução do custo alimentar. Recentemente, KESHAVARZ (1998b) concluiu que as exigências de cálcio diárias não podem ser reduzidas ao fornecer níveis adequados de cálcio durante a tarde (15 a 21 h) e níveis inadequados de cálcio pela manhã (5 a 15 h). O fornecimento de dietas contendo níveis altos de cálcio pela tarde não resultou em benefício sobre a qualidade da casca, comparativamente ao grupo controle que receberam uma dieta com 3,5% de cálcio durante a manhã e tarde. Por outro lado, o consumo inadequado de cálcio durante o período da tarde afetou adversamente a qualidade da casca, comparativamente ao controle. O experimento envolvendo fósforo disponível indicou que a produção de ovos e a qualidade da casca podem ser mantidas satisfatoriamente enquanto o consumo de fósforo diário seja adequado, independente do fósforo ser consumido pela manhã ou pela tarde. A produção de ovos e a qualidade da casca dos ovos de aves recebendo dietas contendo 0,4% de fósforo disponível durante a manhã e 0,1% de fósforo disponível pela tarde ou 0,1% de fósforo durante a manhã e 0,4% de fósforo durante a tarde não diferiram do grupo controle (0,25% P disponível). O resultado do experimento com proteína indicou que o fracionamento de dietas com diferentes conteúdos protéicos não alterou o desempenho produtivo, quando comparado com o grupo controle. Os autores concluíram que o fracionamento nos níveis nutricionais visando atender as necessidades fisiológicas das aves não resulta em benefício para as aves.

MAGGIONI et al. (1997), estudando desempenho de poedeiras semi-pesadas submetidas a arraçamento com fracionamento de cálcio dietético no verão, concluíram que a melhor qualidade de casca foi obtida com o fornecimento de rações contendo 1% de cálcio pela manhã e 6% pela tarde.

11 Alterando o peso dos ovos

Segundo ZIMMERMAN (1997), o peso dos ovos pode ser alterado ao fornecer níveis precisos de nutrientes (aminoácidos). Para isso, o conhecimento da composição dos ingredientes, controle dos fatores ambientais que influenciam o consumo de nutrientes e os resultados de desempenho (consumo, produção e peso dos ovos) são críticos para um programa que visa alterar o peso do ovo. É essencial que esta informação esteja associada a procedimentos eficientes de avaliação. Além do nível de aminoácidos, o nível protéico e o de ácido linoleico na dieta podem alterar o peso dos ovos (ETCHES, 1996; LEESON e SUMMERS, 1997). O nível de aminoácidos e protéico se justifica por alterar o componente clara, enquanto que o nível de ácido linoleico altera o componente gema (ETCHES, 1996).

12 Melhorando a qualidade da casca dos ovos em altas temperaturas ambientais

A exposição das aves ao calor e a redução do apetite afetam o desempenho das poedeiras e a qualidade da casca dos ovos. Enquanto a produção de ovos e o peso dos ovos são influenciados por uma redução no consumo alimentar, a qualidade da casca é influenciada principalmente pela elevada temperatura ambiente (SAUVER e PICARD, 1987). Tentativas para melhorar o desempenho das poedeiras expostas a altas temperaturas tem obtido êxito. Os métodos incluem o fornecimento de dietas contendo elevada densidade nutricional (ANDRADE et al., 1977) e o uso de dietas de livre escolha (BALNAVE e ABDOELLAH, 1990). Entretanto, problemas associados com qualidade da casca tem sido difícil de resolver. A hiperventilação e a alcalose respiratória que ocorrem quando as aves são alojadas sob condições de altas temperaturas se refletem na perda de dióxido de carbono do sangue e fluidos corporais. Esta perda de dióxido de carbono é acentuada pela necessidade de bicarbonato do sangue tamponar os íons hidrogênios produzidos durante a formação da casca dos ovos (LORCHER e HODGES, 1969; MAKLED e CHARLES, 1987). Uma redução na concentração de bicarbonato no lúmen do útero afeta adversamente a qualidade da casca (FRANK e BURGER, 1965; BALNAVE et al., 1989). Portanto, é possível que em condições de altas temperaturas, as poedeiras tenham exigências nutricionais para o bicarbonato, conforme sugerido por TEETER et al. (1985) e BALNAVE e GORMAN (1993). LORCHER e HODGES (1969) demonstraram que somente uma pequena quantidade de bicarbonato necessária para a formação do ovo no útero é derivada do sangue.

Tentativas para melhorar a qualidade da casca através da suplementação da dieta ou da água com bicarbonato de sódio não tem sido consistentes. Respostas positivas (MAKLED e CHARLES, 1987) ou indiferentes (GRIZZLE et al., 1992) tem sido registradas. Desempenhos positivos (HARMS e MILES, 1980) ou variáveis (LATIF e QUISENBERRY, 1968) tem sido observados. HOWES et al. (1966) parecem ser os únicos que registraram efeitos benéficos em altas temperaturas, enquanto que ERNST et al. (1975) registraram que em condições de elevada temperatura ambiental, poedeiras recebendo NaHCO₃ produziram menos ovos com casca defeituosa. As respostas não consistentes em relação ao bicarbonato de sódio podem refletir para

o fato de que em condições de um fotoperíodo de 16 horas, o bicarbonato não será consumido durante o período escuro, período durante o qual, a formação da casca do ovo ocorre. Portanto, o uso de um fotoperíodo contínuo deveria sincronizar a formação da casca dos ovos com o consumo suplementar de bicarbonato pela poedeira. Entretanto, o uso de um fotoperíodo contínuo pode também melhorar a qualidade da casca dos ovos, ao permitir um acesso contínuo de cálcio durante o período de formação da casca dos ovos (HURWITZ, 1987).

MAKLED e CHARLES (1987) registraram que aumentando o fotoperíodo de 16 para 24 horas melhorou significativamente o peso do ovo e a qualidade da casca em poedeiras. A melhora na qualidade da casca sendo similar aquela observada durante um fotoperíodo de 16 horas, quando 0,5% de bicarbonato de sódio foi adicionado na dieta contendo calcário como fonte de cálcio. Produção e massa de ovos não foram afetadas pelo fotoperíodo ou bicarbonato de sódio. GRIZZLE et al. (1992) registraram que o fornecimento de 2 horas a mais de luz durante o período de escuridão resultou em melhora na gravidade específica, mas a adição de 1% de bicarbonato de sódio não apresentou efeito. Consumo alimentar e produção de ovos não foram afetados pelo fotoperíodo ou pelo bicarbonato de sódio.

O ácido ascórbico é freqüentemente usado como suplemento dietético para compensar o efeito deletério do calor na avicultura, embora isto ainda gere controvérsias (PARDUE e THAXTON, 1986). Uma situação que o ácido ascórbico tem demonstrado efeito benéfico é na prevenção da deterioração da qualidade da casca (BALNAVE e ZHANG, 1992). Este problema está associado com a redução do suprimento de íons bicarbonato no lúmen do útero (BALNAVE et al., 1989), causado pela redução da atividade da anidrase carbônica na mucosa do útero (YOSELEWITZ e BALNAVE, 1989). Estudos com água identificaram compostos contendo zinco, tais como zinco-metionina, como sendo benéficos a qualidade da casca (BALNAVE e ZHANG, 1993). Isto provavelmente ocorra devido ao fato do zinco ser um componente integral da anidrase carbônica e o aumento da disponibilidade do zinco destes compostos pode aumentar a atividade destas enzimas na glândula da casca. A suplementação de proteínato de zinco em uma dieta padrão para poedeiras melhora a qualidade da casca (SANFORD, 1966).

Estudando a melhora na qualidade da casca de ovos em condições de alta temperatura, BALNAVE e MUHEEREZA (1997) utilizaram bicarbonato de sódio (1% da dieta). Os autores observaram melhora na resistência da casca dos ovos. Este efeito positivo não estava relacionado ao maior consumo de cálcio.

13 Alterando a composição lipídica do ovo

Vários trabalhos tem demonstrado papel fundamental dos ácidos graxos polinsaturados da família n-3 (PUFA n-3) na saúde humana. Os PUFA mais importantes são o linolênico (18:3), o eicosapentanoico (EPA-20:5) e o decosahesanoico (DHA-22:6). Os PUFA agem no corpo humano reduzindo a possibilidade do sangue formar coágulos, podem reduzir o nível de triglicerídios e, eventualmente, baixar a pressão sangüínea. Isto é benéfico para o coração e o sistema circulatório (HARRIS, 1999). Estes PUFA não são sintetizados pelo organismo, portanto, devem ser adicionados na dieta. As principais fontes de linolênico são as sementes de algumas plantas como linhaça, soja

e canola. Já os EPA e DHA são encontrados em peixes (óleos e farinhas) de águas frias, que se alimentam de fito e zooplâncton e algas marinhas ricas nestes ácidos graxos.

HARGIS et al. (1991) estudaram a incorporação de ácidos graxos n-3 na gema do ovo, em resposta a alimentação de galinhas poedeiras com uma dieta padrão, suplementada com 3% de óleo de menhaden (rico em PUFA n-3), comparada com uma dieta controle, sem adição de gordura. Os autores observaram uma redução significativa nos ácidos graxos da família n-6, mas um aumento nos ácidos graxos da família n-3, principalmente, EPA e DHA nos ovos testes em comparação com o grupo controle. Não houve redução nos níveis de colesterol da gema. Algumas aves foram histologicamente avaliadas para estudar o efeito da gordura dietética na integridade do fígado. Os fígados provenientes daquelas aves alimentadas com dieta contendo 3% de óleo de menhaden apresentaram níveis significativos de infiltração de lipídios. Isto, segundo os autores, pode levar as aves a desenvolverem a Síndrome do Fígado Gorduroso.

Além das fontes marinhas ricas em PUFA n-3, a linhaça também é rica nestes ácidos graxos, muito embora, representada pelo ácido linolênico, o qual deve ser metabolicamente convertido em DHA e EPA. Entretanto, este processo é lento e pouco eficiente em humanos e aves (HARGIS e VAN ELSWYK, 1993). Mesmo assim, SCHEIDELER e FRONING (1996) estudaram o efeito da inclusão de 1,5% de óleo de menhaden e 5, 10 e 15% de linhaça (grão e moída) na dieta de poedeiras, sobre características produtivas e o nível de ácidos graxos nos ovos. A semente de linhaça propiciou a redução no consumo alimentar, no ganho de peso e no peso dos ovos, comparativamente a dieta controle. Entretanto, tanto a semente de linhaça como o óleo de menhaden aumentaram a produção de ovos. O nível de ácido linolênico na gema do ovo aumentou linearmente com os níveis de linhaça na dieta. A semente de linhaça e o óleo de menhaden, ambos aumentaram a percentagem de albúmen no ovo e reduziram a percentagem de gema comparado ao tratamento controle, porém não afetou o colesterol do ovo. Segundo ETCHES (1996), a incorporação na dieta de produtos contendo PUFA aumenta suas concentrações no ovo as custas de ácidos graxos saturados.

Várias tentativas tem sido feitas para reduzir o colesterol plasmático e do ovo da poedeiras. Contudo, tais estudos apresentam resultados contraditórios. A adição de colesterol da dieta, a níveis de até 1%, aumentam marcadamente, a concentração de colesterol no fígado e na gema do ovo (JIANG et al., 1990). Como o ovo é a principal via de excreção de colesterol na galinha, parece evidente que o aumento do nível de colesterol na dieta, resulte, em um incremento no conteúdo de colesterol do ovo. Como já visto, anteriormente, esta é uma das maneiras pela qual a ave mantém a homeostase de colesterol no organismo. AN et al. (1997) adicionaram óleo de assafrão (rico em PUFA) na dieta de poedeiras e não observaram redução nos níveis de colesterol da gema dos ovos, comparativamente ao de aves recebendo dieta controle. Estes autores, entretanto, observaram redução nos níveis de colesterol e triglicerídios no plasma e fígado das aves. GROBAS et al. (1997) não observaram diferença no conteúdo de colesterol do ovo, quando compararam uma dieta a base de trigo e de soja sem adição de gordura (controle) com suplementação de 7,5% de sebo, oliva, soja, linhaça ou peixe.

Outros trabalhos de pesquisa (PESTI e BAKALLI, 1996; KONJUFCA et al., 1997) mostraram mudanças no metabolismo lipídico e redução nos níveis de colesterol no plasma, colesterol no fígado e colesterol muscular de frangos de corte, quando adicionaram a dieta níveis farmacológicos de sulfato de cobre pentahidratado ou citrato cúprico. De maneira semelhante, PESTI e BAKALLI (1998) alimentaram poedeiras Leghorn, por 8 semanas, com dietas a base de milho e farelo de soja, contendo sulfato de cobre pentahidratado, nos níveis de 0; 125 e 250 ppm de cobre na dieta. O peso corporal, o consumo de ração, o peso dos ovos, a gravidade específica e unidades Haugh não foram significativamente afetadas durante o período experimental. Entretanto, os autores observaram um aumento significativo da produção de ovos na últimas 4 semanas do experimento. Isto parece indicar que os níveis recomendados de cobre estão abaixo da real exigência das aves, naquela fase de produção. Após 8 semanas de experimento, os níveis de colesterol na gema dos ovos produzidos por aquelas aves que receberam dieta com suplementação de cobre foram, aproximadamente, 25% menores do que o grupo controle, sem adição de cobre. Mudanças na concentração de colesterol no plasma foram semelhantes aquelas encontradas na gema. O platô de redução de colesterol foi atingido com o nível de 125 ppm de cobre. A redução da síntese de colesterol parece ser o mecanismo responsável pela redução nos níveis de colesterol (KONJUFKA et al., 1997). Os autores observaram uma pequena, mas significativa quantidade de cobre acumulado na gema e casca dos ovos proveniente das aves que receberam suplementação de cobre > entretanto, aqueles níveis são tão baixos que não causam toxidez, nem efeito benéfico como suplemento dietético.

Estudos foram feitos para testar o alho como potencial redutor dos níveis de colesterol. REDDY et al. (1991) não observaram redução nos níveis de colesterol plasmático e colesterol da gema de ovos de poedeiras alimentadas com dietas contendo 0,02% de óleo de alho. A fibra dietética também foi estudada com a finalidade de reduzir os níveis de colesterol no plasma, tecidos e ovos. A maneira pela qual a fibra influencia o metabolismo do colesterol parece ser pela combinação de seus efeitos em diminuir a absorção de colesterol por se ligar aos sais biliares no intestino, pela redução no trânsito intestinal e pelo aumento da excreção de esteróis (HARGIS, 1988). Alimentando aves com níveis graduais de fibra (2 a 8%) na dieta, McNAUGHT (1978) observou redução de 4 a 13% no colesterol da gema, sem alteração na produção de ovos. Em contrapartida, VARGAS e NABER (1984) não verificaram redução nos níveis de colesterol da gema pela adição de fibra na dieta. Entretanto, o colesterol da gema foi significativamente correlacionado com o balanço energético. Os autores concluíram, portanto, que toda a energia consumida em excesso, acima das necessidades de manutenção e produção, vai se refletir em aumento do peso corporal e aumento da síntese de colesterol, conseqüentemente, o excesso é transferido para a gema do ovo. Poderia se pensar em restrição energética, porém, a produção de ovos seria prejudicada. além do mais, um nível mínimo de colesterol é mantido no ovo.

14 Matrizes pesadas

Restrição energética para controlar o peso corporal

Matrizes de corte são aves com grande propensão a obesidade. Assim, o ganho de peso de forma controlada, porém continua para evitar problemas reprodutivos tem sido feito ao longo dos anos. Para manter o peso corporal dentro de padrões aceitáveis, usa-se a restrição alimentar, uma estratégia para reduzir custos e melhorar a eficiência alimentar (ATTIA et al., 1995). Tendo em vista que o objetivo é maximizar o número de pintos por matriz, assim como obter o maior pico e persistência de produção, as matrizes não podem perder peso durante o ciclo da postura.

FATTORI et al. (1991) desenvolveram um experimento com matrizes até 64 semanas de idade para avaliar a curva de crescimento ao determinar correlação entre vários graus de severidade de restrição alimentar e efeitos subsequentes sobre o peso corporal, idade a maturidade sexual, mortalidade e produção de ovos incubáveis. Os resultados indicaram que os níveis de restrição alimentar abaixo da recomendação podem ser usados para matrizes pesadas sem afetar significativamente a fertilidade, mortalidade, eclodibilidade ou peso dos ovos. Além disso, a restrição alimentar não reduziu significativamente o número de ovos produzidos.

O consumo energético influencia o desempenho das matrizes pesadas (HARMS, 1984). A redução no consumo total de ração propicia um declínio na produção de ovos. BLAIR et al. (1976) forneceram 80% da recomendação para uma determinada linhagem de matrizes pesadas, propiciando uma redução de 32% no número de ovos incubáveis. ATTIA et al. (1995) forneceram 88, 94 ou 100% do consumo recomendado pelo matrizeiro, sendo que as dietas variaram de 2640 a 3000 kcal EM/kg. Eles mantiveram um nível constante de proteína bruta, cálcio, aminoácidos sulfurados e fósforo disponível. Os resultados indicaram que a restrição excessiva de energia prejudica a produção de ovos. A redução nos custos em 6% não compensaram para a perda de produção de ovos em 10%. NEUMAN et al. (1998) conduziram um experimento para determinar se o fornecimento energético diário para matrizes pesadas (55 semanas de idade) poderia ser reduzido durante um curto período de tempo (8 semanas) antes de abater o lote, sem afetar a produção de ovos. Os autores concluíram que um nível energético de 360 kcal EM/kg foi suficiente para maximizar o desempenho produtivo.

15 Nível protéico e energético durante a recria

A matriz fêmea possui papel preponderante na determinação da fertilidade. VANKREY e SIEGEL (1974) demonstraram que linhagens de fêmeas geneticamente selecionadas para produzirem frangos de corte com alto peso corporal as 8 semanas de idade apresentaram níveis inferiores de fertilidade e menor período de armazenamento de espermatozoides. Embora os autores comentem que esta redução na fertilidade ocorra devido a seleção genética, WALSH e BRAKE (1997) sugeriram que esta redução na fertilidade pode ser resultado de programas alimentares destinados somente para alcançar um padrão de peso corporal sem se preocupar com níveis nutricionais. WALSH e BAKER (1997) sugeriram que o consumo acumulado de proteína de no mínimo 1180 g por franga as 20 semanas de idade (quando ocorre a fotoestimulação) era necessário para alcançar uma persistência aceitável de fertilidade. Além disso, os autores demonstraram que o peso corporal não era um bom indicativo do consumo protéico cumulativo.

McDANIEL et al. (1981) demonstraram que programas alimentares que melhor controlavam o peso corporal durante a postura resultavam em melhor fertilidade. Além disso, LILBURN e MYERS-MILLER (1990) sugeriram que o padrão de alocação de ração durante a recria poderia influenciar significativamente a produção de ovos no início da postura, mesmo quando não havia diferença no total de alimento consumido. WALSH e BRAKE (1999) determinaram o efeito de diferentes programas alimentares (alocação de ração) até 20 ou 24 semanas de idade sobre o desempenho produtivo de matrizes pesadas. De acordo com a quantidade de ração fornecida em determinada idade, os programas alimentares se chamaram cônico, linear, convexo e profundamente cônico. Matrizes submetidas ao programa linear, no qual as aves consumiram 1192 g de proteína até 20 semanas de idade (quando foram fotoestimuladas), comparativamente a 1150 g de proteína (dois programas cônicos), demonstraram melhor fertilidade. As aves submetidas ao programa convexo consumiram 1255 g de proteína, mas pior fertilidade, provavelmente devido a redução na taxa de fornecimento de ração no final da recria, o que pode ter retardado o desenvolvimento do oviduto.

HARMS et al. (1999) forneceram diferentes níveis energéticos para matrizes durante a recria (16 a 25 semanas de idade). Estes níveis, denominados recomendado, acima e abaixo do recomendado, propiciaram diferentes pesos corporais as 25 semanas de idade. O programa que produziu as frangas mais pesadas também resultou em maturidade sexual mais precoce e maior produção de ovos a 30 semanas. Após este período, não houve diferença no desempenho entre os tratamentos. De 36 a 52 semanas de idade, as aves foram divididas e receberam um dos três níveis energéticos (405; 440 ou 475 kcal/dia). O desempenho das aves que receberam 405 ou 440 kcal EM/dia foi superior ao das aves que receberam 475 kcal EM/dia. Os autores ainda registraram que em um dia muito quente, foram constatadas as seguintes mortalidades, 1; 2 e 10 aves, respectivamente, para 405; 440 e 475 kcal EM diárias.

16 Suplementação aminoacídica para matrizes pesadas

A formulação de dietas para aves pode ser feita em base de aminoácidos. O NRC (1994) sugere um mínimo de proteína na dieta de matrizes pesadas, o qual pode ser reduzido ao suplementar aminoácidos sintéticos. A maior parte dos trabalhos que estudam exigências aminoacídicas para matrizes pesadas também especificam um mínimo de conteúdo protéico. Os aminoácidos mais limitantes para a ave são metionina, lisina e triptofano.

O NRC (1994) sugere uma exigência diária de 450 e 765 mg de metionina e lisina, respectivamente. Segundo HARMS e RUSSELL (1998), várias pesquisas tem sugerido níveis diários de metionina que variam de 321 a 570 mg/ave/dia. HARMS e RUSSELL (1995) sugeriram níveis de 344 mg de metionina/dia, o que corresponde a 7,83 mg de metionina/g de ovo. A variação nas exigências de lisina não é tão amplo. Entretanto, varia de 808 a 970 mg de lisina/ave/dia (PEARSON e HERRON, 1981). Recentemente, uma exigência de 845 mg de lisina/dia foi registrada (HARMS

e RUSSELL, 1995), o que corresponde a 19,2 mg de proteína para produzir 1 g de conteúdo de ovo.

HARMS e RUSSELL (1998) conduziram vários experimentos para estudar o uso de metionina e lisina suplementar na dieta de matrizes pesadas. A dieta controle foi formulada a base de milho e farelo de soja de forma a fornecer todos os aminoácidos. As demais dietas foram formuladas de forma a reduzir os níveis protéicos e terem lisina e metionina adicionados. A conclusão geral foi a de que o nível protéico pode ser reduzido, desde que devidamente suplementado com aminoácidos, sem afetar o desempenho das aves.

17 Referências bibliográficas

- ABAWI, F. G., T. W. SULLIVAN. *Poultry Sci.* 68:1490-1498. (1989).
- ABE, E., H. HORIKAWA, T. MASUMURA, M. SUGAHARA, M. KUBOTA, T. SUDA. *J. Nutr.* 112:436-446. (1982).
- ABURTO, A., W. M. BRITTON. *Poultry Sci.* 77:570-577. (1998a).
- ABURTO, A., W. M. BRITTON. *Poultry Sci.* 77:666-673. (1998b).
- ABURTO, A., H. M. EDWARDS, W. M. BRITTON. *Poultry Sci.* 77:585-593. (1998).
- ADAMS, M. H., S. E. WATKINS, A. L. WALDROUP, P. W. WALDROUP. *J. Appl. Poultry Res.* 3:146-156. (1994).
- AJANG, O. A., S. PRIJONO, W. K. SMITH. *Br. Poultry Sci.* 34:73-91. (1993).
- ALFRED, J. B., R. E. FRY, L. S. JENSEN. *Poultry Sci.* 36:1284-1289. (1957).
- AN, B. K. *Poultry Sci.* 76:689-695. (1997).
- ANGULO, E., J. BUREAU, A. MIQUEL. *Poultry Sci.* 72:607-610. (1993).
- ARCOTT, G. H., V. L. HULIT, R. K. POUTZ. *Poultry Sci.* 1388-1389. (1957).
- ATTIA, Y. A., W. H. BURKE, K. A. YAMANI, L. S. JENSEN. *Poultry Sci.* 74:261-270. (1995).
- AUSTIC, R. E. *J. Nutr.* 115:686-697. (1985).
- AUSTIC, R. E., M.C. NESHEIM. *Poultry Production*. 13ed. Lea e Febiger, Philadelphia, PA. (1990).
- BALNAVE, D., S. K. MUHEEREZA. *Poultry Sci.* 76:588-593. (1997).
- BALNAVE, D., D. ZHANG. *Aust. J. Agric. Res.* 43:1259-1264. (1992).
- BALNAVE, D., D. ZHANG. *Poultry Sci.* 72:603-606. (1993).
- BALNAVE, D., I. GORMAN. *World's Poultry Sci.* 49:236-241. (1993).
- BALNAVE, D., I. YOSELEWITZ e R. J. DIXON. *Br. J. Nutr.* 61:35-43. (1989).
- BAR, A. e S. HURWITZ. *J. Nutr.* 117:1775-1779. (1987).
- BAR, A., M. SHARVIT, D. NOFF, S. EDELSTEIN e S. HURWITZ. *J. Nutr.* 110:1930-1934. (1980).
- BARANYIOVA, E. e J. HOLMAN. *Acta Vet. Brno.* 45:151-158. (1976).
- BARBATO, G. F. *Poultry Sci.* 71:789-798. (1992).
- BARTOV, I. *Brit. Poultry Sci.* 28:507-518. (1987).
- BAYLEY, J. N., R. B. FULTON. *Poultry Sci.* 47:931-939. (1968).
- BAYLEY, H. S., J. D. SUMMERS, S. J. SLINGER. *Poultry Sci.* 47:931-939. (1968).
- BENITEZ, J. A., A. G. GERNAT, J. G. MURILLO, M. ARABA. *Poultry Sci.* 78:861-865. (1999).
- BLAIR, R., M. M. MacCOWAN, W. BOLTON. *Br. Poultry Sci.* 17:215-223. (1976).

- BLAKELY, R. M., H. I. MacGREGOR, D. HANEL. *Br. Poultry Sci.* 4:261-265. (1963).
- BOA-AMPONSEM, K., E. A. DUNNINGTON, P. B. SIEGEL. *Poultry Sci.* 70:680-688. (1991).
- BRAKE, J., D. VLACHOS. *Poultry Sci.* 77:648-653. (1998).
- BRITTON, W. M. *Proc. 1992 Georgia Nutr. Conf. for feed ind.* 48-53. (1992).
- BRUGALLI, I. Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fosforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fosforo de pintos de corte. Universidade Federal de Vicosa. 83p. Diss. Mestr. Zootecnia. CABEL, M. C., P. W. WALDROUP, W. D. SHERMER e D. F. CALABOTTA. 1988. *Poultry Sci.* 67:1725-1730. (1988).
- CALET, C. *World's Poultry Sci. J.* 21:23-52. (1965).
- COSAVA, M., J. M. FORBES. in: *Proc. 9th European Poultry Conference.* vol 1. *World's Poultry Sci. Assoc.* 457-458pp. Glasgow. (1994).
- CUMMING, R. B. In: *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, pg 313-316. Armindale. (1983).
- DALE, N. M., E. WHITTLE. *Poultry Sci.* 70:32. (1991).
- DARI, R. L. Uso de aminoácidos digestíveis e do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 146p. Diss. Mestr. Zootecnia. (1996).
- DARI, R. L. e A. M. PENZ. The use of digestible amino acid and ideal protein concept in diet formulation for broilers. 85th Annual Meeting of Poultry Science Association. p85. (1996).
- DAUTLICK, J. e C. F. STRITTMATTER. *Biochem. Biophys. Acta.* 222:444-454. (1970).
- DELUCA, H. F. *Fed. Proc.* 33:2211-2219. (1974).
- DENBOW, D. M., E. A. GRABAU, G. H. LACY. *Poultry Sci.* 77:878-881. (1998).
- DOUGLAS, M. W., C. M. PARSONS, T. HYMOWITZ. *Poultry Sci.* 78:91-95. (1999).
- DROR, Y., I. NIR, Z. NITSAN. *Br. Poultry Sci.* 18:493-496. (1977).
- EDWARDS, H. M., M. A. ELLIOT, S. SOONCHAREENYING. in: *Proc. XIX World's Poultry Congress.* p567-571. The Netherlands. (1992).
- ELAROSSI, M. A., L. R. FORTE, S. L. EBER, H. V. BIELLIER. *Poultry Sci.* 73:1581-1589. (1994).
- EMMERT, J. L. e D. H. BAKER. *J. Appl. Poultry Sci. Res.* 6:462-470. (1997).
- ERNST, R. A., F. R. FRANK, F. C. PRICE, R. E. BURGER, H. R. HALLORAN. *Poultry Sci.* 54:270-274. (1975).
- FATORI, T. R., H. R. WILSON, R. H. HARMS, R. D. MILES. *Poultry Sci.* 70:26-36. (1991).
- FRANCESCH, M., A. M. PEREZ-VENDRELL, E. ESTEVE-GARCIA. *Br. Poultry Sci.* 35:259-272. (1994).
- FRANK, F. R. e R. E. BURGER. *Poultry Sci.* 44:1604-1606. (1965).
- FRAPS, G. S. *Poultry Sci.* 22:421-424. (1943).
- FROST, T. J., D. A. ROLAND, G. G. UNTAWALE. *Poultry Sci.* 69:2008-2016. (1990).
- GOTTSCHALDT, K. M., S. LAUSMANN. *Cell Tissue Res.* 153:477-496. (1974).
- GRIZZLE, J., M. IHEANACHO, A. SAXTON, J. BROADEN. *Br. Poultry Sci.* 33:781-794. (1992).
- GUNARATNE, S. P., B. M. BOORMAN. *Br. Poultry Sci.* 37:213-222. (1996).
- HARGIS, P. H. e C. R. CREGER. *Poultry Sci.* 59:1491-1504. (1980).
- HARGIS P. S. e M. E. VAN ELSWYK. *World's Poultry Sci. Journal.* 49(3) (1993).

- HARGIS P. S. *World's Poultry Sci. Journal* 44: 17-21 p. (1988)
- HARGIS, P. S., M. E. VAN ELSWYK, B. M. HARGIS. *Poultry Sci.* 70(4) 874-883. (1991).
- HARMS, R. H. *Poultry Sci.* 63:1667-1668. (1984).
- HARMS, R., R. D. MILES. *Poultry Sci.* 59:1563. (1980).
- HARMS, R. H., G. B. RUSSELL. *Poultry Sci.* 74:581-585. (1995).
- HARMS, R. H., G. B. RUSSELL. *Poultry Sci.* 74:1349-1355. (1995).
- HARMS, R. H., G. B. RUSSELL. *J. Appl. Poultry Res.* 7:202-218. (1998).
- HARMS, R. H., H. R. WILSON, G. B. RUSSELL. *J. Appl. Poultry Res.* 8:82-88 (1999).
- HARRIS, W. *Correio do Povo*, Informe Publicitario, segunda-feira, 7 de junho de 1999, p5.
- HIGUCHI, M., I. TSUCHUYA, K. IWAI. *Agric. Biol. Chem.* 48:695-701. (1984).
- HILL, K. J. in: Bell, D. J. e B. M. Freeman. *Physiology and Biochem. of Domestic Fowl*, vol 1, pg 1-23, London. (1971).
- HOLCOMBE, D. J., D. A. ROLAND, R. H. HARMS. *Poultry Sci.* 55:308-317. (1976).
- HOLSHEIMER, J. P., C. H. VEERKAMP. *Poultry Sci.* 71:872-879. (1992).
- HUDSON, D. A. e R. J. LEVIN. *J. Physiol.* 195:369-385. (1968).
- HULAN, H. W., F. G. PROUDFOOT, D. RAMEY. *Poultry Sci.* 59:748-757. (1980).
- HURWITZ, S. Effect of nutrition on egg quality. p 235-254. in: *Egg Quality-Current problems and recent advances*. R. G. Wells e C. G. Belaying, ed. Butterworths, London.
- HUSSAR, N., A. R. ROBBLEE. *Poultry Sci.* 41:1489-1493. (1962).
- JENSEN, L. S., A. BRENES e K. TAHASHI. *Poultry Sci.* 66:1517-1523. (1987).
- JENSEN, L., L. FALEN. *Poultry Sci.* 52:2342-2344. (1973).
- JIANG, Z., G. CHERIAN, F. E. ROBINSON, J. S. SIM. *Poultry Sci.* 69 (7): 1694-1701. (1990).
- KESHAVARZ, K. *Poultry Sci.* 77:1320-1332. (1998a).
- KESHAVARZ, K. *Poultry Sci.* 77:1333-1346. (1998b).
- KLEIN, C. H. Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho, a composição da carcaça e a eficiência de utilização da energia metabolizável consumida por frango de corte. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 117p. Diss. Mestr. Zootecnia.
- KLEIN, C. H., A. M. KESSLER, A. M. PENZ. *Anais da XXXIE Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Brasilia, DF. pp482-483. (1995).
- KONJUFKA, V. H., G. M. PESTI, R. I. BAKALLI. *Poultry Sci.* 76(7): 1264-1271. (1997).
- KOZIEL, M. G., G. L. BELAND, C. BOWMAN. *Biotechnology* 11:194-200. (1993).
- KROGDAHL, A. J. *Nutr.* 115:675-685. (1985).
- LATIF, M. A. e J. H. QUISENBERRY. *Poultry Sci.* 47:1688. (1968).
- LECLERQ, B., G. GUY. *Br. Poultry Sci.* 32:789-798. (1991).
- LEESON, S., G. DIAZ, J. D. SUMMERS. *Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins*. University Books. Guelph, Canada.
- LEESON, S. e J. SUMMERS. *Commercial Poultry Nutrition*. University Books. 2ed. (1997).
- LIENER, I. E., *J. Nutr.* 49:529-539. (1953).
- LIENER, I. E. in: *The Lectins: Properties, Functions and Applications in Biology and Medicine*. ed. Academic Press. Orlando. (1986).
- LILBURN, M. S. e D. J. MYERS-MILLER. *Poultry Sci.* 69:1118-1125. (1990).

- LINDENMAIER, P., M. R. KARE. *Poultry Sci.* 38:545-550. (1959).
- LORCHER, K. R. D. HODGES. *Comp. Biochem. Physiol.* 28: 119-128. (1969).
- LORENZSONN, V., W. A. OLSEN. *Gastroenterology* 82:838-848. (1982).
- MAGGIONI, R.; F. RUTZ.; V. F.B.ROLL; M. M. RINALDI; L. NAMAZU. *Anais da xxxiv Reunião da SBZ, Juiz de Fora*, p. 42-44. (1997).
- MAGRO, N., A. M. PENZ. Efeito da granulometria da ração no desempenho e nas características teciduais de frangos de corte alimentados dos 21 aos 42 dias de idade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado em Zootecnia.
- MAIORKA, A. Efeito da forma física e do nível de energia da ração em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte machos dos 21 aos 42 dias de idade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 98p. Diss. Mestr. Zootecnia.
- MAIORKA, A., J. LECZNIESKI, H. A. BARTELS, A. M. PENZ. *Anais da Conferencia Apinco 1997 de Ciência e Tecnologia Avícolas*. p.18. (1997).
- MAKLED, M. N. e O. W. CHARLES. *Poultry Sci.* 66:705-712. (1987).
- MARCH, B. E., E. WONG, S. J. SIM, J. BIELY. *J. Nutr.* 103:371-377. (1973).
- MAURICE, D. V., J. E. JONES, K. K. HALE, N. J. REHNER, J. E. WHISENHUNT. *Poultry Sci.* 61:1508. (1982).
- McDANIEL, G. R., J. BRAKE, M. K. ECKMAN. *Poultry Sci.* 60:1792-1797. (1981).
- McINTOSH, J. I., S. J. SLINGER, S. J. SIBBALD. *Poultry Sci.* 41:438-444. (1962).
- McNAUGHT, J. L. *J. of Nutrition*. 108 g 1842-1848. (1978).
- McNAUGHT, J. L., F. N. REECE. *Poultry Sci.* 63:68-685. (1984).
- MICHAEL, E., R. D. HODGES. *Histochemie*. 36:39-49. (1973).
- MIRELES, A., M. ARABA, S. KIM. *Poultry Sci.* 75:66. (1996).
- MOGIN, P. *Recent Advances in Animal Nutrition*. p.109-119. (1981).
- MORAN, E. T. *J. Nutr.* 115:665-674. (1985).
- MORAN, E. T. *Poultry*. April/May:30-31. (1987).
- MORAN, E. T., J. D. SUMMERS. *Feedstuffs* 42:26-27. (1970).
- MORRIS, B. A. e T. G. TAYLOR. *Br. Poultry Sci.* 8:251-257. (1967).
- MUNT, R. H. C., J. G. DINGLE, M. G. SUMP. *Brit. Poultry Sci.* 36:277-284. (1995).
- MURPHY, T. P., K. E. WRIGHT, W. J. PUDELKIESWICS. *Poultry Sci.* 60:1873-1878. (1981).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9 ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- NEUMAN, S. L., R. H. HARMS, G. B. RUSSELL. *J. Appl. Poultry Res.* 7:328-335. (1998).
- NEWAY, H., P. A. SANFORD, D. H. SMITH. *J. Physiol.* 208:705-724. (1970).
- NEWMAN, S., S. LEESON. *Poultry Sci.* 78:85-90. (1999). NIR, I., R. HILLEL, G. SHEFET, Z. NITZAN. *Poultry Sci.* 73:781-791. (1994)
- NIR, I., R. HILLEL, I. PTICHI, G. SHEFET. *Poultry Sci.* 74:771-783. (1995).
- NIR, I., Z. NITSAN, M. MAHAGNA. *Brit. Poultry Sci.* 34:523-532. (1993).
- NIR, I., G. SHEFET, Y. NITSAN. *Poultry Sci.* 73:45-49. (1994).
- NOY, Y., Y. PINCHASON. *Poultry Sci.* 72:1861-1866. (1993).
- NOY, Y. e D. SKLAN. *J. Appl. Poultry Res.* 6:344-354. (1997).
- NOY, Y. e D. SKLAN. *J. Appl. Poultry Res.* 7:437-451. (1998).
- NOY, Y. e D. SKLAN. *J. Appl. Poultry Res.* 8:16-24. (1999).

- NORTH, M. O. e D. D. BELL. Commercial Chicken Production Manual. Fourth Ed. 1990.
- OLIVEIRA, A. C., B. C. VIDAL, V. C. SGARBIERI. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 35:315-322. (1989).
- ORBAN, J. I., D. A. ROLAND, K. CUMMINGS, R. T. LOVELL. *Poultry Sci.* 72:691-700. (1993)
- PARSONS, C. M. e D. H. BAKER. Simposio Internacional de Produção de Não Ruminantes. Anais da XXXE Reuniao Anual da SBZ. p119.
- PARSONS, C. M., Y. ZHANG, M. ARABA. *Poultry Sci.* 77:1016-1019. (1998).
- PARDUE, S. L. e J. P. THAXTON. *World's Poultry Sci. J.* 42:107-123. (1986).
- PARSONS, C. M., D. H. BAKER. *Poultry Sci.* 61:2083-2088. (1982).
- PEARSON, R. A.; K. M. HERRON. *Br. Poultry Sci.* 22:227-239. (1981).
- PEFEROEN, M. in: *Advances in Insect Control: The role of Transgenic Plants.* 21-48pp. Bristol. (1997)
- PEN, J., T. C. VERWOERD, P. A. VAN PARIDON. *Biotechnology* 11:811-814. (1993).
- PENZ, A. M. Proc. XVII Convencion Nacional de ANECA. P.232-246. Puerto Vallarta, Mexico. (1992).
- PENZ, A. M. IX Seminario Internacional de Patologia Aviar. Athens, Georgia. Maio 25-29. (1998).
- PESTI, G. M., R. I. BAKALLI. *Poultry Sci.* 75. 1086-1091. (1996).
- PESTI, G. M., R. I. BAKALLI. *Poultry Sci.* 77. 1540-1545. (1998).
- PINCHASOV, Y. *Br. Poultry Sci.* 32:109-115. (1991).
- PLAVNIK, I., E. WAX, D. SKLAN. *Poultry Sci.* 76:1006-1013. (1997).
- PRATT, R. M., C. TERNER. *Biochem. Biophys. Acta.* 225:113-122. (1971).
- PUZTAI, A. *Plant Lectins.* Cambridge University Press. Cambridge. (1991).
- PUZTAI, A., S. W. B. EWEN, G. GRANT, W. J. PEUMANS. *Digestion* 46:308-316. (1990).
- RAND, N., Y. NOY, H. L. STILLBORN, R. C. CRUM. *Poultry Sci.* 76:44. (1997).
- RAVIDRAN, V., W. L. BRYDEN, E. T. KORNGAY. *Poult. Avian Biol. Rev.* 6:125-143. (1996).
- REDDY, R. V., S. F. LIGHTSEY, D. V. MAURICE. *Poultry Sci.* 70. p2006-2009. (1991). REECE, F. N., B. D. LOTT, J. W. DEATON. *Poultry Sci.* 64:1834-1839. (1985).
- RENDEN, J. A., S. F. BILGILLI, S. A. KINCAID. *Poultry Sci.* 71:1417-1426. (1992).
- ROLAND, D. A., R. H. HARMS. *Poultry Sci.* 55:637-641. (1976).
- RUIZ, N; R. H. HARMS. *Poultry Sci.* 67: 794-799 (1988)
- SANFORD, P. E. *Poultry Sci.* 45:1121. (1966).
- SAUNDERS, R. M., H. G. WALKER. *Poultry Sci.* 48:1667-1671. (1969).
- SAVORY, C. J. *Feeding Behavior.* pp. 277-323. in: *Food intake regulation in Poultry.* k. n. Boorman e B. M. Freeman, *British Poultry Sci. LTD*, Edinburgh, Scotland.
- SCHEIDELER, S. E., G. W. FRONING. *Poultry Sci.* 75. p1221-1226, 1996.
- SCHULZE, H., H. S. SAINI, J. HUISMAN, M. HESSING. *J. Sci. Food Agric.* 69:1351-1355. (1995).
- SELL, J. L., J. A. EASTWOOD, C. G. MATÉOS. *Nutr. Rep. Int.* 28:487-493. (1983).
- SERAFIN, J. A., M. C. NESHEIM. *J. Nutr.* 100:786-796. (1970).
- SKLAN, D., S. DONOGHUE. *J. Nutr.* 112:759-765. (1982).
- SMITH, E. R., G. M. PESTI. *Poultry Sci.* 77:276-281. (1998).

- SMITH, E. R., G. M. PESTI, R. I. BAKALLI. *Poultry Sci.* 77:1678-1687. (1998)
- SNIZEK, P.N., F. RUTZ, V. F. B. ROLL, M. R.R. CORREA, R. MAGGIONI, D. GOLDENBERG. *Anais da SBZ. Botucatu.* 231-233p. 1998.
- SOARES, J. H., M. R. SWERDEL, E. H. BOSSARD. *Poultry Sci.* 57:1305-1312. (1978).
- TARVID, I. *Comp. Biochem. Physiol.* 101A:161-166. (1992).
- TEETER, R. G., M. O. SMITH, F. N. OWENS, S. C. ARP, S. SANGIAH e J. E. BRAZILE. *Poultry Sci.* 64:1060-1064. (1985).
- STICKLER, M. Effect of feeding the Kunitz inhibitor-free soybean on swine growth performance. University of Illinois. Diss. Mestr. Animal Sciences. (1990).
- TSANG, C. P. W., A. A. GRUNDER, R. NARBAITZ. *Poultry Sci.* 69:1702-1712. (1990).
- UNI, Z. *Poultry Sci.* p.452-455. (1998).
- VANKREY, H. P. e P. B. SEIGEL. *Poultry Sci.* 53:741-745. (1974).
- VARGAS, R. E., E. C. NABER. *J. of Nutrition* 114. p645-652. (1984).
- VELTMANN, J. R., L. S. JENSEN, G. N. ROWLAND. *Poultry Sci.* 65:153-163. (1986).
- VIEIRA, S. L., A. M. PENZ, A. M. KESSLER, J. V. LUDKE. *J. Appl. Poultry Res.* 6:404-409. (1997).
- WALSH, T. J., J. BRAKE. *Poultry Sci.* 76:297-305. (1997).
- WALSH, T. J., J. BRAKE. *Poultry Sci.* 78:827-832. (1999).
- WANG, X. e C. M. PARSONS. *Poultry Sci.* 77:1010-1015. (1998).
- WATSON, S. A., J. E. FREEMAN. in: *Proc. of the 30th corn and sorghum Research Conference.* 251-275pp. Washington. (1975).
- YI, Z., E. T. KORNGAY, V. RAVIDRAN, D. M. DENBOW. *Poultry Sci.* 75:240-249. (1996).
- YOSELEWITZ, I. e D. BALNAVE. *Aust. J. Agric. Res.* 40:111-115. (1989).
- ZIMMERMAN, R. A. *J. Appl. Poultry Res.* 6:478-482. (1997).

NUTRIÇÃO DE AMINOÁCIDOS PARA FRANGOS DE CORTE: CIÊNCIA E REALIDADE COMERCIAL

Rob A.H.M. ten Doeschate

Dalgety Feed Ltd, Springfield House,
Springfield Business Park, Springfield Road,
Grantham NG31 7 BG, United Kingdom
rob.tendoeschate@dalgety.co.uk

1 Resumo

Nutrição de aminoácidos para frangos de corte tem sido objeto de estudo por décadas, com uma melhoria de conhecimentos básicos que vem aumentando gradativamente. O estudo de Ph.D. no qual parte desta palestra esta baseado teve como objetivo reduzir a excreção de nitrogênio através de um melhor ajuste do perfil de aminoácidos requeridos pelas aves. Os resultados deste estudo indicaram que é aceitável o uso de perfil de aminoácidos para aumentar o ganho corporal como base para se adequar um perfil dietético de aminoácidos. Foi também demonstrado que os requerimentos de treonina foram afetados pelo nível de proteína na dieta no qual tem-se levantado a hipótese que o uso de treonina, via glicina, está relacionado com seu uso para a síntese de ácido úrico.

Existem várias dificuldades e desafios para os nutricionistas do Reino Unido em relação a nutrição comercial. A pesquisa num ambiente comercial tem demonstrado os benefícios de elevados níveis de treonina, como foi sugerido pelo trabalho científico. Níveis de aminoácidos da dieta para aves jovens tem maior efeito na performance. Pode-se concluir que nutrição comercial, quando influenciada por fatores externos, é ainda uma área interessante de pesquisa.

2 Introdução

Nutrição de aminoácidos em frangos de corte, como área de pesquisa, pode ser vista como uma área separada, porém a nível comercial, nutrição por aminoácidos é somente parte de todo campo de nutrição de matrizes em que o nutricionista comercial pode se envolver. Neste trabalho eu gostaria de falar primeiro sobre os trabalhos de pesquisa em nutrição de aminoácidos em matrizes e depois sobre a aplicação prática da pesquisa dentro das condições comerciais atuais no Reino Unido. Este estudo todavia se divide em 3 partes: primeira parte vamos concentrar no trabalho de pesquisa, principalmente baseado no meu trabalho de Ph.D. na Holanda, a segunda parte irá então mostrar a situação do ambiente no Reino Unido, e a terceira parte dará alguns exemplos de pesquisa a nível comercial e implementação dentro de dietas comerciais.

Science: Towards a physiological feeding strategy for protein in broilers (ten Doeschate, 1995)

O objetivo deste projeto de Ph.D. foi reduzir a sobrecarga ambiental causada pelo excesso de excreção de nitrogênio de agroindústrias através do ajustamento do suprimento de aminoácidos para melhor desempenho das aves. Em matrizes, a melhoria na eficiência na remoção de nitrogênio pode diminuir a excreção de nitrogênio a nível de produção. Por exemplo, se a eficiência inicial de N é 40%, então um aumento de 10% a 44% resultará na redução de N excretado de 15% (60 gramas excretadas por 40 gramas produzidas versus 51 gramas excretadas por 40 gramas produzidas).

Baseando-se no elevado nível de crescimento em matrizes, o perfil de aminoácidos necessários para crescimento será muito semelhante ao perfil de deposição real de aminoácidos. Para determinar-se o perfil de aminoácidos para ganho corporal, matrizes de ambos os sexos de três genótipos foram criadas numa dieta padrão e em condições padrão. Seis amostras de 3 aves foram coletadas toda semana para medir-se o conteúdo total de aminoácidos. A alimentação das aves foi removida durante a noite, e as aves foram sacrificadas, congeladas, cortadas, secas pelo frio e analisadas.

Padrões de aminoácidos foram afetados pela idade, sexo e genótipo no qual foi demonstrado ser estatisticamente significativo. Efeito do genótipo pode ser explicado por diferenças nos componentes corporais relativos entre genótipos, mas para esse trabalho eu irei concentrar-me no genótipo comercial. O efeito do sexo em padrões de aminoácidos puderam ser observados quando geralmente as fêmeas tinham relativamente baixos níveis de aminoácidos essenciais, indicando que o uso de um perfil de macho não afetaria a performance das fêmeas, porém o uso de um perfil de fêmea poderia resultar em deficiência para os machos. O estudo mais abrangente foi realizado para machos de um genótipo comercial (ten Doeschate et al, 1991) e foi demonstrado que mesmo que diferenças de idade foram estatisticamente significantes, as diferenças foram geralmente pequenas. Por este motivo, e devido a considerações práticas tais como variações do conteúdo de aminoácidos em alimentos e a adequação em usar diferentes alimentos durante o período curto de crescimento de um frango, foi decidido usar-se padrão de aminoácidos de ganho corporal durante duas fases como base para formulação de rações (Tabela 1).

Se você se basear o perfil de aminoácidos da dieta em perfil de aminoácidos de ganho corporal, você terá de corrigir o suprimento nutricional para requerimentos não-produtivos. Todavia, em frangos a quantidade destes requerimentos não-produtivos relativos ao ganho corporal é relativamente baixo se você excluir os aminoácidos perdidos em secreções endógenas no trato digestivo. Isso pode ser feito pela formulação de aminoácidos digestíveis.

Os aminoácidos necessários para substituir aqueles perdidos com secreções endógenas são então vistos como aparentemente não digeridos. Digestibilidade ileal aparente de aminoácidos foi medida para vários nutrientes (Scheele et al, 1992) usando o método já descrito por ten Doeschate et al (1993) e as dietas foram formuladas para enquadrar o perfil de aminoácidos de ganho corporal.

Quando as dietas resultantes foram testadas (dados não apresentados) em combinação com extra metionina, arginina ou adição de aminoácidos não essenciais, nenhum benefício foi observado na adição de aminoácidos. Foi então concluído que o

Tabela 1 — Perfil de aminoácidos de ganho corporal durante o período de crescimento. Amino acids expressed relative to lysine = 100

	0-21 dias	22-49 dias
Cis	28	38
Asp	134	132
Met	36	38
Tre	65	68
Ser	75	80
Glu	201	197
Pro	90	79
Gli	131	94
Ala	117	87
Val	89	92
Ile	67	71
Leu	111	114
Tir	48	48
Fen	64	65
His	54	61
Lis	100	100
Arg	102	94
Trp	15	13

padrão de aminoácidos de ganho corporal pode ser usado como base para o padrão de aminoácidos na dieta.

Todavia, na prática normalmente as formulações contêm excesso de vários aminoácidos e serão usados para fonte de energia ao invés de síntese de proteínas. Isso resulta em excesso de excreção de nitrogênio. Em aves, o nitrogênio é excretado principalmente na forma de ácido úrico, no qual contêm quatro átomos de N, um dos quais é parte da glicina. Isso significa que existe uma necessidade de glicina de 25% de todo N excretado como ácido úrico. Treonina pode servir como precursor de glicina, diretamente ou através da serina (Bender, 1985). Pode ser sugerido que um excesso de aminoácidos irá aumentar as necessidades de treonina. Isso foi testado em um experimento 3 * 3 fatorial com três níveis de excesso de nitrogênio (variando o conteúdo de Glu -25 % or + 25%) e três níveis de treonina ($\pm 25\%$) do nível de acordo com o padrão de aminoácidos de ganho corporal. A interação entre excesso de N e nível de treonina suportara esta hipótese mencionada acima. A Tabela 2 mostra que existe uma interação significativa para FCR no período de 15 a 35 dias.

Tabela 2 — Efeito de treonina da dieta e excesso do nível de N

Excesso de N	Treonina	FCR 0-14 d	FCR 15-35 d	Rendimento de Carcaça	Carne do peito
Baixo	Baixo	1.40 ^e	1.68 ^{bc}	69.2 ^{ab}	15.7 ^{abcd}
	Médio	1.30 ^d	1.69 ^{bc}	68.7 ^a	15.6 ^{abc}
	Alto	1.28 ^{cd}	1.71 ^c	69.5 ^{abc}	16.1 ^{abcd}
Médio	Baixo	1.39 ^e	1.71 ^c	68.5 ^a	15.2 ^a
	Médio	1.27 ^{bc}	1.67 ^{abc}	69.8 ^{bc}	16.2 ^{bcd}
	Alto	1.26 ^{ab}	1.65 ^{ab}	69.8 ^{bc}	16.5 ^{cd}
Alto	Baixo	1.38 ^a	1.66 ^{ab}	68.5 ^a	15.4 ^{ab}
	Médio	1.25 ^a	1.63 ^a	70.3 ^c	16.5 ^{cd}
	Alto	1.24 ^a	1.68 ^{bc}	69.9 ^{bc}	16.6 ^d

Com baixo excesso do nível de N não houve benefícios de alto nível de treonina, sendo que em médio ou alto excesso no nível de N aumentou o FCR. Concluiu-se que em dietas com alto excesso de níveis de N os requerimentos para níveis de treonina serão mais elevados que em dietas bem ajustadas. Determinantes em produção de carne indicaram que níveis reduzidos de treonina tiveram um efeito em ambos rendimento de carcaça e rendimento de carne de peito com médio e alto excesso de níveis de N mas não com baixo excesso de N. Isso também justifica o uso de treonina para secreção de ácido úrico levando a mais elevados requerimentos quando um excesso de N é fornecido na alimentação.

De uma maneira geral, este projeto tem demonstrado que o uso de perfil de aminoácidos para ganho corporal como uma base para formulação de dietas pode resultar em melhoria na eficiência de nitrogênio. Além disso, quando existe um excesso de N na dieta, os requerimentos de treonina são esperados a serem mais elevados que os esperados baseados no padrão de aminoácidos de ganho corporal. Sendo assim, a ciência nos fornece um padrão de aminoácidos para que possamos trabalhar.

Ambiente comercial do Reino Unido (RU): Existem varias dificuldades no RU para produção de frangos de corte as quais não estão necessariamente presentes em outras partes do mundo, fazendo o trabalho mais interessante para o nutricionista. Algumas estatísticas como (baseadas em MAFF 1999 e MLC 1999): Produção de carne é em torno de 1.1 milhão de toneladas por ano, das quais 74% são frangos e 20% perus. Importação de carne são de 0.3 m toneladas por ano enquanto que exportações são de 0.19 m toneladas. Aproximadamente 25% da carne consumida é portanto importada. Consumo de carne de frango (kg / capita / ano) para 1999 esta estimada em ser 28.7, que são 40% do consumo total de carne. 74% de carne de frango é comprada em supermercados, os quais da aos supermercados grande influencia na cadeia fornecedora. Os supermercados consultam não apenas os seus fornecedores mas também os fornecedores dos fornecedores o que significa que todos nossos armazéns são vistoriados e certificados pelos supermercados. Isso resulta em alguns armazéns serem visitados 8 a 9 vezes ao ano para serem qualificados como fornecedores de alimentos. As dificuldades atuais da dieta são resumidas abaixo.

- **Farinha de carne e ossos e gordura animal**

Como resultado da crise de BSE, uma medida do governo foi introduzida em 1996 banindo o uso de farinha de carne e ossos (C&O) para todas espécies. Isso elimina um valoroso material em natura com bom perfil de aminoácidos do livro de ferramentas do nutricionista. Quando a farinha de C&O foi banida, as maiores redes de supermercados baniram o uso de gordura animal (sebo e banha) dos seus códigos de trabalho, forçando seus fabricantes a usarem uma mistura de gordura vegetal. Em resposta a essas medidas, especificações e formulações das dietas tiveram de ser trocadas, o que tem trazido problemas as industrias. As mudanças foram no fornecimento de vitaminas e minerais, para substituir aqueles da farinha de C&O. As mudanças em fonte de gordura significam que as misturas oleosas mudaram e novas fontes de gordura tiveram de ser encontradas. O uso de óleo vegetal reconstituído (OVR = gordura amarela) e outras gorduras vegetais aumentaram. O efeito liquido foi com certeza o aumento do custo de alimentos.

- **Antibióticos promotores de crescimento**

Existe uma tendência na Europa em redução e proibição do uso de antibióticos promotores de crescimento em alimentação animal, as quais é comandada pelos países escandinavos. Avoparcin foi o primeiro a ser banido e em 1999 outros quatro também foram proibidos (spiramycin, virginiamycin, tylosin, zincbacitracin) sendo que somente flavomycin (bambermycin) e avilamycin estão disponíveis para produção de frangos. Os supermercados tem solicitado a industria voluntariamente que esta pare de usar estes produtos que ainda restam, das quais uma grande fornecedora (em torno de um terço da produção) concordou em fazê-lo.

O efeito mais provável da remoção de antibióticos promotores de crescimento, alem do efeito obvio da redução de eficiência alimentar, e um aumento em problemas relacionados com a saúde dos intestinos como enterite necrótica. Por isso, um grande esforço e tempo tem sido gastos em busca de alternativas

viáveis e estratégicas. Por exemplo, em um estudo da Dalgety, foi feita uma comparação entre o controle negativo e Maxus (avilamycin), BioMos (um produto da Alltech) e uma mistura de ácidos. Pesos aos 35 dias não foram diferentes estatisticamente (1840, 1892, 1853 e 1879 g), mas FCR foi melhorado significativamente para cada aditivo, sem muita diferença significativa entre eles (1.40, 1.38, 1.38 e 1.36 respectivamente) (ten Doeschate, não publicado 1999). Todavia, isso não indica como estas alternativas irão se comportar a nível de propriedade e o maior desafio para o nutricionista é portanto a avaliação comercial de alternativas. Isso irá requerer necessariamente uma cooperação próxima com os maiores consumidores para descartar comparações porem sempre existira fatores para nos confundir. Agora teremos de encarar dietas sem antibióticos promotores de crescimento a nível comercial, e você pode esperar que a industria ira combater qualquer problema. Talvez seja seguro dizer que o custo de alimento por kg de carne produzida ira abaixar.

- **GMO**

Opinião publica na Europa não parece favorável ao uso de alimentos geneticamente modificados (GM) em nutrição humana ou animal. Os supermercados procuram produtos que não contenham GM ou sejam derivados de materiais GM e gostariam que os produtos animais que eles vendem sejam produzidos por animais alimentados com alimento livre de GM. Na pratica isso significa que, a menos que você possa especificar a fonte fornecedora como não GM, isso não é possível com o uso de soja e seus produtos e do milho e seus produtos. Remover milho e seus produtos não é tão difícil para a alimentação de frangos no RU sendo que o cereal principal usado é o trigo, mas a exclusão de soja e seus produtos é praticamente impossível. Isso significa que fontes fornecedoras de soja, farinha de soja e óleo de soja devem ser identificadas. Isso sem duvida trará um aumento de custos devido aos custos logísticos e ao aumento das consultas das fontes fornecedoras.

- **Salmonella**

A maior demanda no RU é a produção de alimentos livres de Salmonella, sendo que a situação atual indica que os alimentos não são considerados a principal fonte contaminante de Salmonella em frangos. Este resultado foi alcançado por uma combinação de controles em material in natura (crus) que chegaram, boa qualidade em tratamento pelo calor e prevenção de recontaminação devido ao ótimo design dos moinhos e manejo de transporte. Todavia, o tratamento pelo calor tem ou pode ter um efeito na qualidade nutricional da ração. Aplicação liquida de enzimas NSP é agora mais comuns que aplicação de pós, e quase todo frango alimentado no RU contem enzimas NSP.

- **Preocupações gerais com segurança alimentar**

Segurança alimentar tem importância prioritária no RU e Europa, o que significa que um fornecedor de alimentos terá de ficar atento ao efeitos negativos que certos ingredientes de um alimento possam ter. Um bom exemplo é o efeito da crise da dioxina na Bélgica, onde um problema com um contaminante de gordura batida resultou em um nível muito alto de dioxina na carne, resultando em uma

crise enorme. As conseqüências desta crise podem resultar em controles mais rigorosos para a comunidade européia com relação a níveis máximos de dioxina em alimentos, os quais poderão levar a proibição de alguns materiais. Para prevenir este tipo de problemas, a indústria de alimentos tem de trabalhar com seus fornecedores para tem certeza da segurança do alimento, os quais fazemos através de um programa de auditoria nos fornecedores. Neste programa todo produto in natura (cru) são rastreados de volta a suas fontes produtoras. Qualquer possível causa de problema é investigada e ações preventivas são tomadas quando necessárias.

Nutrição comercial: Para raches standard de frangos que nos produzimos nos formulamos para um padrão de aminoácidos que é um combinação de padrão de aminoácidos de fontes diferentes, ajustadas para condições comerciais no RU. Os aminoácidos que nos usamos nas formulas são: lisina metionina, treonina, triptofano, isoleucina, arginina, valina e histidina, mas proteína mínima não é especificada. Ingredientes in natura usados são: trigo, soja (hypro), soja integral, peixe, rape (integral ou farinha), feijão ou ervilhas, germe de milho, óleo vegetal e outros ingredientes. Em rações para frangos geralmente lisina, metionina e treonina serão adicionados na forma sintética e assim serão mínimos. Os outros aminoácidos virão de ingredientes naturais e valina ou arginina serão limitantes.

Na época que esta formulação foi implementada, o perfil de aminoácidos usado foi comparado a um perfil mais comum, sendo que a maior diferença é no nível de treonina. Um experimento foi montado (ten Doeschate, 1997 não -publicado) para comparar os perfis da industria com o perfil Dalgety, com ou sem a adição de trigo integral em frangos machos ou fêmeas.

Tabela 3 — Comparação de dois perfis de aminoácidos da dieta, com ou sem adição de trigo integral em frangos machos e fêmeas (ten Doeschate, 1997 não publicado)

		Peso aos 35 dias		FCR 8-35 dias	
		Dalgety	Indústria	Dalgety	Indústria
Sem trigo	Fêmea	1,993	1,986	1.63	1.66
	Macho	2,285	2,280	1.57	1.60
Trigo	Fêmea	1,952	1,966	1.65	1.64
	Macho	2,240	2,212	1.61	1.61

A Tabela 3 mostra que, sem efeitos significantes no perfil de aminoácidos da dieta no peso, FCR foi melhor para o perfil Dalgety quando nenhum trigo foi adicionado. Quando trigo integral foi adicionado (em torno de 11.5%), este ganho desapareceu, resultando em uma interação significativa ($P < 0.05$) entre perfil de aminoácidos da dieta e adição de trigo. Conclui-se que a adição de trigo balanceou a dieta melhor, provavelmente porque o trigo é relativamente alto em treonina ou porque a adição de trigo diminuiu a taxa de energia protéica.

Perfil de aminoácidos é portanto somente a metade de nutrição de aminoácidos, a outra metade é o nível real de aminoácidos ou taxa de energia protéica. Sendo que

os perfis de aminoácidos são geralmente descritos relativos a lisina, é possível usar níveis de lisina como uma medida de suprimento de aminoácidos.

O último experimento foi montado para pesquisar programas de alimentação para pintos de corte, onde o principal objetivo deste estudo foi reduzir a mortalidade mas manter a performance. Mortalidade tardia em pintos de corte é um problema importante, não apenas devido as perdas de valor econômico. Uso de dietas uniformes, dietas com baixos níveis de lisina, são indicados para reduzir mortalidade. Ainda não está claro se estas dietas devem ser usadas cedo nas fases iniciais ou mais tarde na vida destas aves.

Tabela 4 mostra o desenho experimental do estudo e os efeitos na performance. Depois de 43 dias, até 47 dias, todos tratamentos foram submetidos a uma restrição alimentar com um nível disponível de lisina de 0.79. Pode-se observar que a ração inicial usada teve um efeito maior em parâmetros da performance, peso vivo aos 12 e 47 dias foi afetado significativamente pela ração inicial ($P < 0.001$). FCR aos 0-47 dias foi afetado significativamente pela dieta inicial ($P < 0.05$) e não houve interação entre ração inicial e final ($P < 0.05$). Mortalidade foi afetada significativamente pela ração inicial ($P < 0.05$), e o rendimento de carne de peito (como porcentagem de peso vivo: $P < 0.01$). Conclui-se que uma elevada redução de níveis de lisina em rações iniciais melhora a sobrevivência mas tem um impacto negativo na performance. Uma decisão comercial deve ser tomada para se obter melhores programas de nutrição.

3 Conclusão

Nutrição de frangos de corte (aminoácidos) é uma ciência muito interessante, onde todas formas de dificuldades externas e internas se agrupam para se chegar a um objetivo: Uma produção econômica de alta qualidade de carne de frango.

Tabela 4 — Efeito de programa de alimentação (ten Doeschate, 1998 não-publicado).

Nível de lisina em dietas isocalóricas		Parâmetros de performance em frangos machos						
Inicial 400 kg /1000	Cresc. 700kg /1000	Final 1 21-28d	Final 2 29-43d	Peso vivo 12d	Peso vivo 47d	FCR 0-47d	Morta- lidade %	Rend. de carne de peito
1.25	1.12	0.98	0.98	402	3425	1.76	12.5	17.94
1.25	1.12	0.98	0.92	405	3411	1.76	11.2	17.06
1.25	1.05	0.98	0.98	400	3346	1.75	9.6	17.54
1.25	1.05	0.98	0.92	406	3399	1.78	8.5	17.10
1.00	1.12	0.98	0.98	349	3293	1.80	7.5	15.97
1.00	1.12	0.98	0.92	357	3317	1.76	6.8	16.52
1.00	1.05	0.98	0.98	358	3266	1.84	7.6	16.53
1.00	1.05	0.98	0.92	361	3293	1.78	7.2	16.89

4 Referências bibliográficas

- Bender, D.A., 1985. Amino acid metabolism, 2nd ed. Wiley-Interscience publication, London
- ten Doeschate, R.A.H.M., Scheele, C.W., Schreurs, V.V.A.M. & Boekholt, H.A. (1991) Amino acid composition of broiler chicks as a function of age. Proceedings 6th EAAP International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition, 287-289.
- ten Doeschate, R.A.H.M., Scheele, C.W., Schreurs, V.V.A.M. & Klis, J.D. van der (1993). Digestibility studies in broiler chickens: Influence of genotype, age, sex and method of determination. *British Poultry Science*, 34: 131-146.
- ten Doeschate, R.A.H.M. (1997). Comparison of Dalgety and industry amino acid pattern in broiler diets fed to male and female broilers with or without whole wheat. Dalgety R & D report 603/97.
- ten Doeschate, R.A.H.M. (1998) Evaluation of feeding programmes for heavy cockerels. Dalgety R & D report 610/97.
- ten Doeschate, R.A.H.M. (1999) Alternatives to antibiotic growth promoters: BioMos and organic acid. Dalgety R & D report 647/98.
- MAFF (1999) Poultry and Poultrymeat Statistics Notice. Published by Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Statistics Branch B, Room 231, Foss House, Kings Pool, 1-2 Peasholme Green, York YO1 7PX, United Kingdom
- MLC (1999) Meat Demand Trends. Published by Meat and Livestock Commission, PO Box 44 Winterhill House, Snowdon Drive, Milton Keynes MK6 1AX, United Kingdom
- Scheele, C.W., Kwakernaak, C. & Klis, J.D. van der (1992) Broiler ileal protein and amino acid digestibility of 24 foodstuffs. [De ileale eiwit- en aminozuren verteerbaarheid van 24 grondstoffen bij slachtkuikens] Spelderholt report 588.

IMPACTO DA TEMPERATURA ELEVADA NOS REQUERIMENTOS DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS PARA FRANGOS DE CORTE E RENDIMENTO DE CARNE NA CARÇAÇA

Edwin T. Moran, Jr.

Poultry Science Department
Auburn University
Alabama 36849 USA

1 O Problema

É bastante conhecida a influência negativa de temperaturas elevadas na performance de frangos de corte. Esta queda na produção geralmente progride com a idade sendo que o frango diminui sua capacidade em lidar com uma soma de processos gerados pelo calor. O ganho de peso corporal diminui, conteúdo de gordura aumenta enquanto que a umidade e proteína diminuem (Howlinder e Rose, 1987; Chwalibog e Eggum, 1989). Estas mudanças são o resultado de várias adaptações físicas e metabólicas do frango em se adaptar à sua condição e sobreviver.

Atividades durante o crescimento juntamente com a digestão do alimento geram um calor considerável. Aoyagi et al. (1988) calculou que 12% da geração de calor ou termogênese do consumo alimentar para um frango de 2 semanas era devido à elevada síntese proteica. Outros 12 a 16% do BMR é calor gerado de resíntese proteica com turnover. Um excesso de temperatura elevada acentua ambas síntese proteica e sua quebra (Geraert et al., 1999ab; Yunianto et al., 1997) Foi observado por Bonnet et al., (1997) que a 32 versus 22°C houve diminuições significativas na digestibilidade de proteína, gordura e amido em frangos de 38-42 dias. Enquanto que uma porção desta redução possa ser atribuída a uma queda em motilidade (Tur and Rial, 1985), provavelmente exista uma influência negativa na capacidade de gerar um potencial para transporte ativo na mucosa e aumento do volume vascular para remoção de nutrientes. Em mamíferos, o fluxo sanguíneo em resposta a alimentação é muito mais extenso nas mucosas que em músculos (Shepard and Riedal, 1984).

Elevando-se o nível de proteína na dieta para compensar a diminuição no consumo alimentar e digestibilidade não resolve a queda em crescimento devido a temperaturas elevadas (Cowan and Michie, 1978; Sinurat and Balnave, 1985). Reduzindo-se o nível de proteína bruta enquanto se mantém todos aminoácidos essenciais em seus requerimentos mínimos por suplementação com suas formas purificadas balanceia e minimiza o incremento calórico devido a eliminação de excesso de nitrogênio, todavia, a resposta à temperaturas elevadas parece piorar (Alleman and Leclercq, 1997).

O aumento do nível energético na dieta alivia o estresse calórico reduzindo o "trabalho" do consumo alimentar e sua realização (Wiernusz and Teeter, 1993), porém a performance somente melhora quando se balanceia níveis de aminoácidos essenciais limitantes (EAA) com o aumento de energia (McNaughton and Reece, 1984). Além

disso, fornecendo-se lisina em excesso em relação a capacidade de outros EAA em balancear sua adição não atenua os efeitos negativos da exposição pelo calor (Mendes et al., 1997).

2 Hipótese

Podemos assumir que alimentos com baixo nível de proteína bruta podem diminuir o incremento calórico, mas para que se melhore a performance do frango, os níveis de todos aminoácidos essenciais devem também ser aumentados para compensar a redução no consumo alimentar. O balanço de um aminoácido essencial para outro pode ser estimado a partir da composição da carcaça do frango através de suas mudanças com o envelhecimento (Stilborn et al., 1994; 1997) em combinação com necessidades de manutenção baseadas num adulto (Leveille et al., 1960). Os ajustes para esse balanço podem ser feitos para alimentação inicial à final (Tabela 1).

Tabela 1 — Aminoácidos essenciais (EAA) em relação a lisina para balancear o relacionamento dietético em frangos¹

EAA	0–2 semanas	2–6 semanas	4–6 semanas	6–8 semanas
	% of Lisina			
Lisina	100	100	100	100
Arginina	110	109	107	106
Metionina	40	40	39	38
Cistina	32	34	36	38
TSAA	72	74	75	76
Fenilalanina	60	60	58	57
Treonina	67	68	70	72
Histidina	32	32	33	33
Isoleucina	64	63	62	61
Leucina	110	110	112	112
Valina	72	72	71	70
Triptofano	17	17	17	17

¹Os valores estão baseados nas mudanças com a idade da composição da carcaça de frangos (Stilborn et al., 1994;1997), e nas estimativas para manutenção de machos adultos (Leveille et al., 1960).

Foram testadas rações com baixa proteína bruta e EAA em níveis elevados, além dos requerimentos como uma medida para se diminuir o estresse calórico usando lisina como ponto básico (Tabela 2). Sendo assim, os níveis de lisina aumentaram de "requeridos" para altos e excessivos, como também todos os níveis mínimos dos outros EAA. Machos Ross x Ross 308 matrizes foram criados com rações formuladas até 7 semanas de idade, e então processados para medição de gordura na carcaça e rendimento de carne de peito.

Tabela 2 — Adaptação da dieta à elevadas temperaturas ambientais reduzindo a proteína bruta (CP) e aumentando os níveis de aminoácidos essenciais, %¹

Tratamento		0–3 semanas		3–6 semanas		6–7 semanas	
CP	EAA	CP	Lisina ²	CP	Lisina ²	CP	Lisina ²
NRC	NRC	23.0	1.20	20.0	1.00	18.0	0.85
Lo	NRC	21.5	1.20	18.5	1.00	1.65	0.85
	Hi		1.26		1.05		0.95
	XS		1.32		1.10		1.05

¹Rações de 0–3 semanas com aproximadamente 3.15 kcal ME/g; sendo que, rações de 3–6 e 6–7 semanas corresponderam a 3.20 e 3.25, respectivamente.

²Lisina formou a base dos EAA, e cada razão para lisina (Tabela 1) foi elevada de acordo.

3 Revisão

A resposta à rações com baixa proteína bruta (CP) e com níveis elevados de EAA foi avaliada no outono em condições ambientais adequadas e novamente durante a metade do verão, em condições ambientais elevadas. As aves receberam 24 horas de luminosidade, e as condições ambientais no verão variaram de 25-35 oC com 55 a 99% de umidade relativa. É de nosso conhecimento que umidade elevada aumenta o efeito negativo da temperatura elevada na performance dos frangos (Reece et al., 1973).

Frangos de corte criados em condições ambientais adequadas tem um bom desempenho, e rações que possuem baixa CP e quantidades progressivas de EAA balanceados suportam desempenhos semelhantes que controles com elevada CP, correspondendo a recomendações do NRC (Tabela 3). As carcaças produzidas tiveram rendimentos semelhantes na carne de peito, mas houve um aumento óbvio de gordura abdominal quando alimentadas com baixa CP e níveis de EAA paralelos ao controle. Este aumento de gordura com baixa CP e níveis de EAA como o NRC já foi observado anteriormente (Moran et al., 1992; Moran and Bushong, 1992) e este problema foi resolvido completamente aumentando-se o nível de EAA balanceados.

Os experimentos conduzidos no verão, em condições de elevada temperatura e umidade levaram à uma diminuição substancial na performance em todos os aspectos. Rações com baixa CP e níveis de EAA semelhantes ao controle baseado no NRC levaram a uma redução em peso vivo final no qual deve ser corrigido e melhorado ao se aumentar progressivamente os níveis de EAA balanceados. Nenhuma outra medida de performance foi alterada. A carcaça também respondeu aos tratamentos de ração. Rações com baixa CP tendo níveis de EAA de NRC levaram à um aumento proporcional de gordura abdominal enquanto que a carne de peito diminuiu. Fornecendo-se quantidades progressivas de EAA balanceados com o mesmo nível de CP diminuiu a gordura significativamente e favoreceu que o rendimento de carne de peito fosse superior ao controle.

Tabela 3 — Resposta de machos crescidos até 7 semanas quando alimentados com CP e EAA correspondendo ao NRC versus rações contendo baixa CP e EAA além dos níveis exigidos em aves criadas em condições adequadas em comparação a temperaturas elevadas¹

Tratamentos CP	EAA	0-7 semanas		% Mortalidade			Carcaça resfriada ²		Músculo do peito		
		g Ganho	F/G	Total	SDS	Ascites	Coxas	% Gordura Abd	% Viva	g Peso	% Carcaça
ADEQUADA		NS	NS	NS	*	NS	NS	*	*	NS	*
NRC	NRC	3234	1.85	9.5	3.5 ^{ab}	1.5	0.5	2.47 ^b	65.4 ^b	461	21.6 ^{ab}
Baixa	NRC	3211	1.86	9.0	2.0 ^b	2.0	1.5	2.84 ^a	65.5 ^b	461	21.4 ^b
	Hi	3248	1.83	12.4	6.5 ^a	1.5	1.5	2.50 ^b	66.1 ^a	461	21.3 ^b
	XS	3200	1.85	9.0	6.5 ^a	0	0.5	2.50 ^b	66.1 ^a	466	21.8 ^a
SEM		18.0	0.015	—	—	—	—	0.088	0.18	5.1	0.11
TEMP ELEVADA ³		**	NS	NS	NS	NS	NS	***	NS	***	**
NRC	NRC	2087 ^b	2.23	19.5	10.5	2.5	0.5	2.06 ^b	69.3	254 ^b	18.0 ^b
Baixa	NRC	2011 ^c	2.22	18.5	6.0	5.0	0.5	2.34 ^a	69.2	240 ^c	17.6 ^c
	Hi	2114 ^{ab}	2.17	21.5	8.5	5.0	0	2.29 ^a	69.4	266 ^b	18.2 ^b
	XS	2182 ^a	2.23	16.6	7.0	4.0	0	2.15 ^{ab}	69.6	280 ^a	18.7 ^a
SEM		24.4	0.020	—	—	—	—	0.062	0.21	4.5	0.14

¹Valores representam a média quadrada de pelo menos 8 baías duplicatas cada uma com 25 frangos no início do experimento.

²Carcaça depois de 4 hr de banho resfriado com gelo, sem pescoço e moela. Porcentagem viva exclui gordura abdominal.

³Temperaturas durante o experimento, média ± SD de 34±4°C com 77±15% umidade relativa.

4 Interpretação

A suplementação de EAA que são limitantes ao balanço de proteína na dieta de frangos de corte favorecem a redução de proteína bruta durante a formulação. A diminuição resultante no excesso de EAA juntamente com uma redução geral nos não-essenciais minimizam a energia (e o calor) necessários para manipulação metabólica do nitrogênio associado. Como os níveis de EAA balanceados em qualquer quantidade na dieta de CP aumenta, o balanço geral também aumenta e o "trabalho" para manipular nitrogênio diminui.

Reduzir a CP na dieta e aumentar os níveis de EAA balanceados tem vantagens principalmente em frangos de corte em temperaturas elevadas. EAA adicionais compensam a diminuição em consumo de ração enquanto fornecem energia produtiva adicional. A diminuição em calor gerado pela manipulação do nitrogênio conseqüentemente facilita o aumento da síntese protéica pelo organismo. A formação do músculo Pectoralia major é bastante ativa em linhagens de elevado rendimento antes do marketing (Acar et al., 1993) e quando estresse calórico aumenta, por sua vez, a carne do peito é a maior favorecida.

Outras estratégias podem ser colocadas para rações com baixa CP e elevado EAA para que se aproveite seus benefícios totalmente. O aumento do programa de nutrição para minimizar o trabalho de comer e a competição por comida (McNaughton e Reece, 1984; Zhou et al., 1996) juntamente com a melhoria na qualidade dos pelets (Moran, 1989). Um estudo por Dale e Fuller (1979) descreveu que a produção de calor pelas aves foi reduzida quando a gordura na dieta era a fonte preferida de energia. A introdução de bicarbonatos como de anions metabolizáveis e cations minerais parecem beneficiar a performance dos frangos sendo que arfar à temperaturas elevadas aumenta a perda corporal (Gorman and Balnave, 1994).

5 Referências bibliográficas

- Acar, N., E.T. Moran, Jr., and D.R. Mulvaney, 1993. Breast muscle development of commercial broilers from hatching to 12 weeks of age. *Poultry Sci.*, 72:317-325.
- Alleman, F., and B. Leclercq, 1997. Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. *Brit. Poul. Sci.*, 38:607-610.
- Aoyagi, Y., I. Tasaki, J.-I. Okumura, and T. Muramatsu, 1988. Contribution of whole-body protein synthesis to heat production in chicks. P. 995-996 in *Proc. 8th World's Poultry Science Assoc. Mtg.*, Nagoya.
- Bonnet, S., P.A. Geraert, M. Lessire, B. Carre, and S. Guillaumin, 1997. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Poultry Sci.*, 76:857-863.
- Chwalibog, A., and B.O. Eggum, 1989. Effect of temperature on performance, heat production, evaporative heat loss and body composition in chickens. *Arch. Geflugelk.*, 53:179-184.
- Cowan, P.J., and W. Michie, 1978. Environmental temperatures and broiler performance: the use of diets containing increased amounts of protein. *Brit. Poul. Sci.*, 19:601-605.

- Dale, N.M., and H.L. Fuller, 1979. Effects of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. I. Dietary fat levels. *Poultry Sci.*, 58:1529-1534.
- Geraert, P.A., J.C.F. Padilha, and S. Guillaumin, 1996a. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. *Brit. J. Nutr.*, 75:195-204.
- Geraert, P.A., J.C.F. Padilha, and S. Guillaumin, 1996a. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. *Brit. J. Nutr.*, 75:205-216.
- Gorman, I., and D. Balnave, 1994. Effects of dietary mineral supplementation on the performance and mineral retentions of broilers at high ambient temperatures. *Brit. Poul. Sci.*, 35:563-572.
- Howlider, M.A.R., and S.P. Rose, 1987. Temperature and growth of broilers. *World's Poultry Sci. J.*, 43:228-237.
- Leveille, G.A., R. Shapiro, and H. Fisher, 1960. Amino acid requirements for maintenance in the adult rooster. IV. The requirements for methionine, cystine, phenylalanine, tyrosine, and tryptophan; the adequacy of the determined requirements. *J. Nutr.*, 72:8-15.
- McNaughton, J.L., and F.N. Reece, 1984. Response of broiler chickens to dietary energy and lysine levels in a warm environment. *Poultry Sci.*, 63:1170-1174.
- Mendes, A.A., S. E. Watkins, J.A. England, E.A. Saleh, A.L. Waldroup, and P.W. Waldroup, 1997. Influence of dietary lysine levels and arginine: lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. *Poultry Sci.*, 76:472-481.
- Moran, E.T., Jr., 1989. Effect of pellet quality on the performance of meat birds. pp. 87-108 in *Recent Advances in Animal Nutrition 1989*. Ed. W. Haresign and D.J.A. Cole. Butterworth, England.
- Moran, E.T., Jr., and R.D. Bushong, 1992. Effects of reducing dietary crude protein to relieve litter nitrogen on broiler performance and meat yields upon further-processing the carcass. pp. 466-470 in *Proc. 9th World's Poultry Sci. Assoc. Mtg.*, Amsterdam.
- Moran, E.T., Jr., R.D. Bushong, S.F. Bilgili, 1992. Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirements by least-cost formulation: live performance, litter composition and yield of fast-food cuts at six weeks. *Poultry Sci.*, 71:1687-1694.
- Reece, F.N., J. W. Deaton, and L.F. Kubena, 1972. Effects of high temperature and humidity on heat prostration of broiler chickens. *Poultry Sci.*, 51:2021-2025.
- Stilborn, H.L., E.T. Moran, Jr., R.M. Gous, and M.D. Harrison, 1994. Experimental data for evaluating broiler models. *J. Appl. Poul. Res.*, 3:379-390.
- Stilborn, H.L., E.T. Moran, Jr., R.M. Gous, and M.D. Harrison, 1997. Effect of age on feather amino acid content in two broiler strain crosses and sexes. *J. Appl. Poul. Res.*, 6:205-209.
- Shepherd, A.P., and G.L. Riedel, 1984. Differences in reactive hyperemia between intestinal mucosa and muscularis. *Am. J. Physiol.* 247:G617-622.
- Sinurat, A.P., and D. Balnave, 1985. Effect of dietary amino acids and metabolizable energy on the performance of broilers kept at high temperatures. *Brit. Poul. Sci.*, 26:117-128.

- Tur, J.A., and R.V. Rial, 1985. The effect of temperature and relative humidity on the gastrointestinal motility of young broilers. *Comp. Biochem. Physiol.*, 80A:481-486.
- Wiernusz, C.J., and R.G. Teeter, 1993. Feeding effects on broiler thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *Poultry Sci.* 72:1917-1924.
- Yunianto, V.D., K. Hayashi, S. Kaneda, A. Ohtsuka, and Y. Tomita, 1997. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. *Brit. J. Nutr.*, 77:897-909.
- Zhou, W., J. Wang, and S. Yamamoto, 1996. Effects of heat-production attributable to forced walking on thermoregulatory physiological responses of chickens in a warm environment. *Brit. Poul. Sci.*, 37:829-840.

ENZIMAS NA NUTRIÇÃO DE AVES

Bart Cousins

Ph.D., PAS, Gerente Técnico de Marketing, Enzimas
Ph.D. em Nutrição Animal, Texas A&M University, College Station,
Texas B.S. and M.S. em Educação Agrícola,
Texas A&I University, Kingsville, Texas

1 Introdução

Atualmente o mercado mundial está a frente de uma super suplementação com cereais e alimentos ricos em proteína devido a boas safras agrícolas dos últimos anos. Mas sem dúvida alguma que cereais irão cumprir um papel muito importante na nutrição humana no futuro e existirá um deficit dentro dos próximos 20 a 30 anos. Numa escala a longo prazo, o fornecimento para a crescente população mundial pode não ser um problema de distribuição mas pode ser um problema crescente de produção. A população atual é de 6 bilhões e terá aumentado para 8 bilhões no ano 2020. Todavia, não só o número de pessoas mas também o consumo individual de comida irá aumentar. O aumento da prosperidade irá mudar os hábitos alimentares dramaticamente, sendo assim, também aumentará o consumo de cereais em forma refinada (carne). Este aumento da demanda pode ser encoberto por mudanças nos hábitos alimentares ou mais elevada produção de grãos. Mas esta última alternativa não será capaz de resolver a difícil situação de fornecimento de alimentos no mundo. Portanto existe uma necessidade emergente de melhorias na produção de grãos como também na eficácia da alimentação para produção animal.

Uma possibilidade para se aumentar a eficácia de produção animal é o uso de enzimas alimentares na produção de alimento. Até hoje, somente uma fração dos componentes da alimentação é suplementado com enzimas. Esta situação irá mudar rapidamente assim que o desenvolvimento de novas enzimas alimentares ou novas formas de aplicação para estes produtos progredirem. Esta geração de enzimas existentes provaram ser muito benéficas mas seu uso completo só irá aumentar quando novas formas de enzimas estiverem disponíveis. A biotecnologia moderna representa uma possibilidade de produção de enzimas específicas para certas áreas de aplicação. Muitos outros problemas também devem ser resolvidos antes que se penetre no mercado potencial de enzimas.

O objetivo deste trabalho é caracterizar substâncias presentes em ingredientes comuns do alimento os quais tem um impacto negativo na performance animal e indicar formas de sobrepor estes efeitos negativos ao suplementar a ração com enzimas exógenas.

2 Fatores anti-nutricionais na alimentação de aves

Atualmente a alimentação de aves consiste de dois ou três ingredientes os quais compõe mais de 75% da ração completa. As principais fontes de energia mais usadas são o milho, trigo e as vezes cevada e as fontes de proteína são principalmente o farelo de soja, semente de colza, subprodutos animais ou farelo de girassol.

Cada um destes ingredientes contem quantidades variáveis de fatores anti-nutricionais. Sua concentração no alimento final é mínima se o material bruto é incluído em baixas taxas de inclusão porém consideráveis com as dietas atuais de 2 a 3 componentes onde um ingrediente pode alcançar facilmente uma taxa de inclusão de 60%. A formulação de ração moderna é voltada principalmente para fornecer alimento com uma densidade de nutrientes para se alcançar alta performance do animal e ao mesmo tempo alcançar custos mínimos. Formulação de ração a custo mínimo é não levar em conta a concentração de fatores anti-nutricionais na dieta devido a natureza econômica atrativa de grãos e farelos de proteína como também devido a variação natural no conteúdo de fatores anti-nutricionais na matéria prima.

As propriedades dos fatores anti-nutricionais dependem do anti-nutriente em questão e sua concentração na formulação final da ração. Por definição, fatores anti-nutricionais são aqueles gerados em alimentos in natura pelo metabolismo normal da espécie da qual o material se origina e por mecanismos diferentes (decomposição ou inativação de alguns nutrientes, diminuição utilização digestiva ou metabólica do alimento) no qual exerce efeitos contrários a nutrição adequada. Fatores anti-nutricionais não são tóxicos para os animais mas sua presença no alimento resulta em crescimento reduzido, conversão alimentar ruim, alterações hormonais e esporádicas lesões nos órgãos. Para a maioria dos fatores anti-nutricionais conhecidos as propriedades físico-químicas e o modo de ação são conhecidos. Baseado neste conhecimento é claro que qualquer atividade para reduzir a quantidade de fatores anti-nutricionais irá afetar a performance do animal. Além dos tratamentos durante o processamento da matéria prima, as enzimas atuam na eliminação de efeitos negativos de fatores anti-nutricionais. A suplementação de enzimas exógenas na ração pode simplesmente ajudar o sistema enzimático endógeno (amilase, lipase) ou suplementar enzimas as quais não estão presentes no sistema digestivo do animal (fitase, xilanase). Baseado na importância de diferentes fatores anti-nutricionais iremos descrever seus efeitos e suas interações com enzimas exógenas na nutrição de aves.

Fitato: Já é bem conhecido que quantidades consideráveis de alguns nutrientes na ração não são utilizados e não são absorvidos pelas aves. Entre outros fatores, a disponibilidade de nutrientes pode ser influenciado pela formação de complexos naturais destes agentes. Este é particularmente o caso de cereais, sementes de oleaginosas e legumes que contem fitatos. Conhecidos também como ácido fítico, ele é um complexo orgânico de armazenagem de fósforo nas plantas. O fitato é um anion reativo no qual pode formar sais com minerais nutricionalmente importantes como o Ca, Mg, Zn ou Fe. Atualmente acreditamos que as propriedades de formação de complexos do fitato vão muito além de apenas limitar o P e a disponibilidade de minerais.

Do mesmo modo que minerais, fitatos são capazes de formar complexos com proteínas, aminoácidos ou enzimas endógenas. A interação entre fitatos e proteínas aparentemente se dá por uma ligação iônica na qual depende de condições de pH. Com pH baixo, o fitato forma ligações eletrostáticas com resíduos básicos como a arginina, lisina e histidina resultando num complexo insolúvel. Quando o pH se aproxima do ponto isoelétrico, a carga da proteína é neutra e ela não irá se ligar ao fitato. Sob condições básicas o fitato forma complexo com proteína na presença de cations divalentes. Estes cations (Ca, Mg, Zn) agem como uma ponte entre o grupo carboxila carregado negativamente e o fitato.

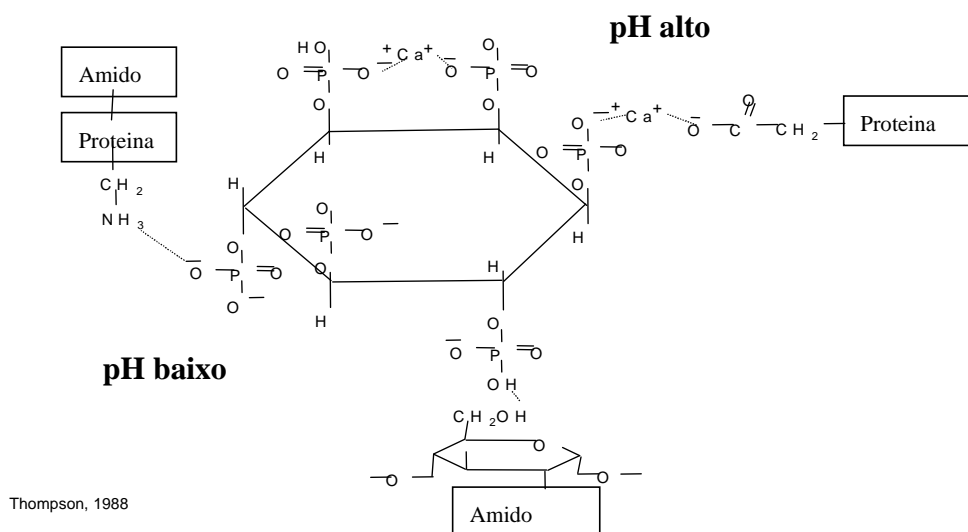


Figura 1 — Interação fitato-proteína com diferentes condições de pH.

Estudos *in vitro* demonstraram que complexos fitato-proteína são insolúveis e tem menos acesso a enzimas proteolíticas que as mesmas proteínas quando sozinhas. Até hoje este complexo não tinha muita relevância no impacto de formulação de rações de aves. A presença de complexos fitato-proteína pode ter uma influencia negativa na digestibilidade e absorção de proteínas e aminoácidos. A importância deste efeito depende da propriedade e configuração do complexo no qual pode variar com a fonte proteica. Vários estudos demonstraram que proteínas da soja, milho, trigo, semente de colza, farelo de girassol ou de arroz formam complexos com fitatos (Ravindran et al., 1999a).

Os fitatos também são conhecidos por inibir várias enzimas digestivas endógenas como pepsina, amilase ou tripsina. Estes efeitos são devido provavelmente a natureza inespecífica dos complexos fitato-proteína ou a uma inibição devido ao efeito quelante dos íons de Ca necessários para a atividade destas enzimas endógenas. Resultados recentes demonstraram a formação de complexos fitato-proteína no intestino e uma interação entre aminoácidos livres e fitatos. Um experimento *in vitro* de Jongbloed et al. (1997) indicou que complexos fitato-proteína são formados no intestino após a refeição num pH de 2 - 3. Foi mostrado por Rutherford et al. (1997) que fitato forma complexos com aminoácidos livres suplementados na ração. O conteúdo de fitato fosforico em matéria prima usada frequentemente em nutrição de aves é muito variável. A Tabela 1 apresenta o conteúdo de fitato fosforico em vários ingredientes.

Tabela 1 — Conteúdo de fitato P em diferentes ingredientes da ração

Ingrediente	Fitato P (g/100g DM)	Fitato P (% de tP)
Cereais		
Milho (<i>Zea mays</i>)	0.24	72
Cevada (<i>Hordeum vulgare</i>)	0.27	64
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	0.27	69
Aveia (<i>Avena sativa</i>)	0.29	67
Sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>)	0.24	66
Mileto (<i>Setaria italica</i>)	0.19	70
Mileto (<i>Eleusine coracana</i>)	0.14	58
Arroz (<i>Oryza sativa</i>), sem polimento	0.27	77
Arroz, polido	0.09	51
Subprodutos de Cereais		
Farinha de arroz	10.31	80
Farinha de trigo	0.92	71
Polimentos de arroz	20.42	89
Raizes e tuberculos		
Farelo de raiz de mandioca (<i>Manihor esculenta</i>)	0.04	28
Farelo de batata doce (<i>Ipomea batatas</i>)	0.05	24
Farelo de milho taro (<i>Colocasia esculenta</i>)	0.09	24

Ravindran Brydenand Kornegay, 1995 (modificado)

O efeito de níveis diferentes de fitato na performance de frangos de corte foi avaliado por Ravindran et al. (1999b). Com o aumento de níveis de fitato de 1.04 para 1.57 % o ganho de peso de frangos alimentados do dia 7 ao dia 25 com uma dieta contendo P suficiente(0.45% aP) diminuiu de 691 g / ave para 593 g / ave (veja na Figura 2). No mesmo experimento (Ravindran et al., 1999c), a influência de conteúdo de fitato na digestibilidade de nitrogênio ileal foi medida. Com o aumento do nível de fitatos a digestibilidade de N foi reduzida de 81.5 % para 79.3 %.

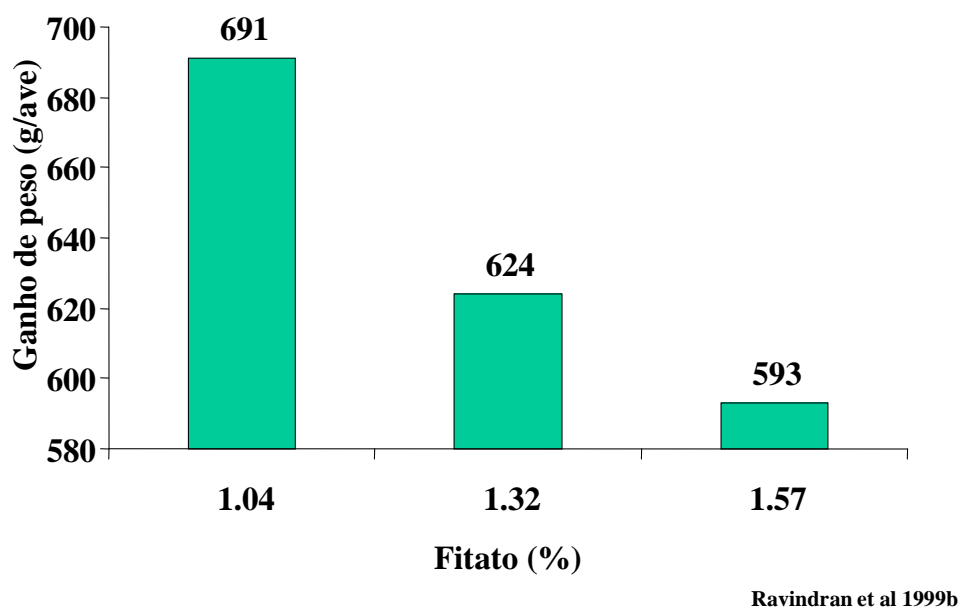


Figura 2 — Ganho de peso de frangos alimentados com uma dieta baseada em farelo de trigo-sorgo e soja contendo uma quantidade variável de fitato

Uma solução para os efeitos negativos do fitato vem da natureza. A enzima fitase é produzida por muitas espécies de bactéria, fungos e leveduras e é capaz de eliminar as propriedades anti-nutricionais do fitato. Esta enzima em escala comercial é produzida por um número limitado de organismos, e o *Aspergillus* é um dos mais importantes. Em nutrição animal a fitase está sendo usada por vários anos para melhorar a avaliabilidade do fósforo. Muitos experimentos já foram conduzidos durante os últimos 10 anos para demonstrar os efeitos da fitase microbiana na utilização de fósforo pelos frangos. Figura 4 mostra os resultados de 5 experimentos de avaliação da dosagem de fitase na utilização de fósforo. Os resultados demonstram que até numa dosagem de 500 unidades de fitase a resposta a utilização do fósforo é quase linear. Dosagens mais altas de fitase resultam em uma pequena melhoria por unidade de fitase.

Como já foi descrito acima, o fitato também pode formar complexos com Ca ou elementos traços. Um trabalho de Schoener et al. (1993) mostrou que a suplementação de fitase em frangos é dose-dependente aumentando a utilização de Ca. A utilização de 500 unidades de fitase melhorou a utilização de Ca de 21 para 25 % (Figura 5). Yi et al. (1996a) estudou a influência de fitase na disponibilidade de elementos traços (Zn) em frangos que recebiam uma dieta com baixos níveis de Zn. A

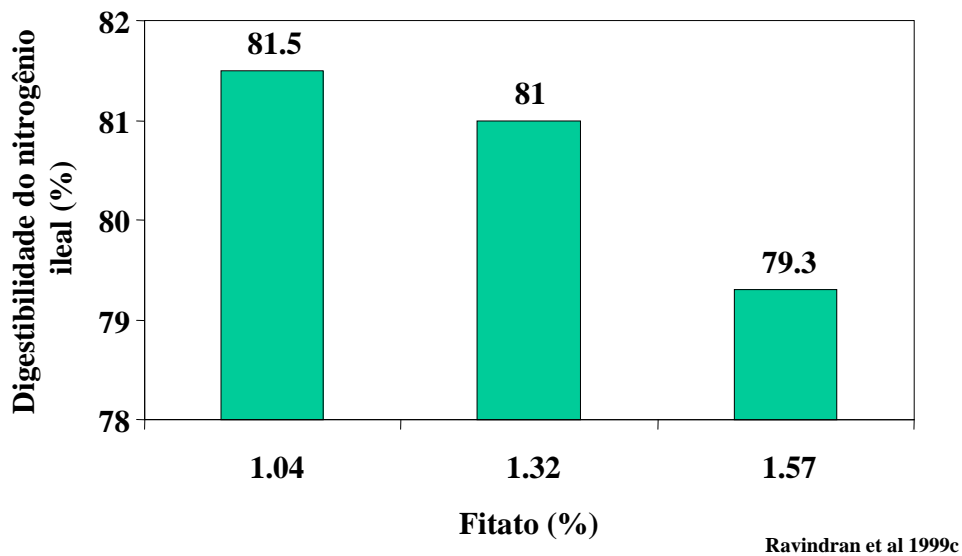


Figura 3 — Digestibilidade do nitrogênio em frangos alimentados com uma dieta baseada em farelo de trigo-sorgo-soja contendo níveis variáveis de fitato.

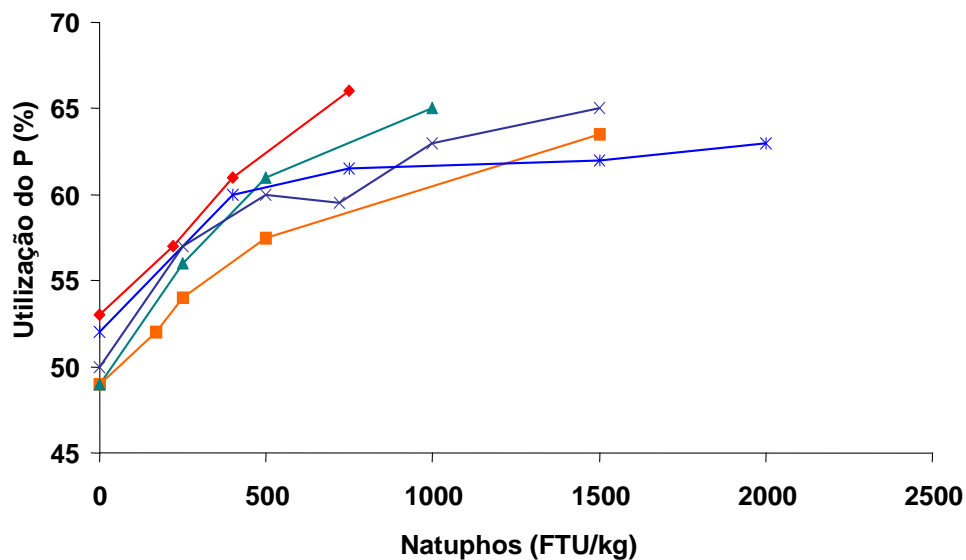


Figura 4 — Efeitos de diferentes taxas de inclusão de fitase na utilização de fósforo em dietas.

adição de níveis graduais de fitase melhorou numa escala linear a retenção de Zn de 38 para 45% quando a fitase foi adicionada a 600 unidades / kg de ração (Figura 6).

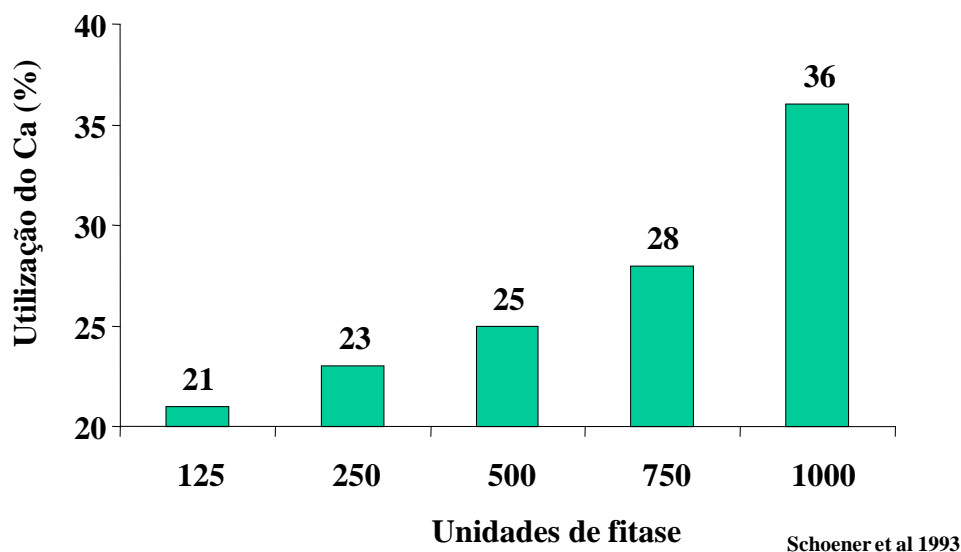


Figura 5 — Efeito de fitase na utilização de Ca em frangos.

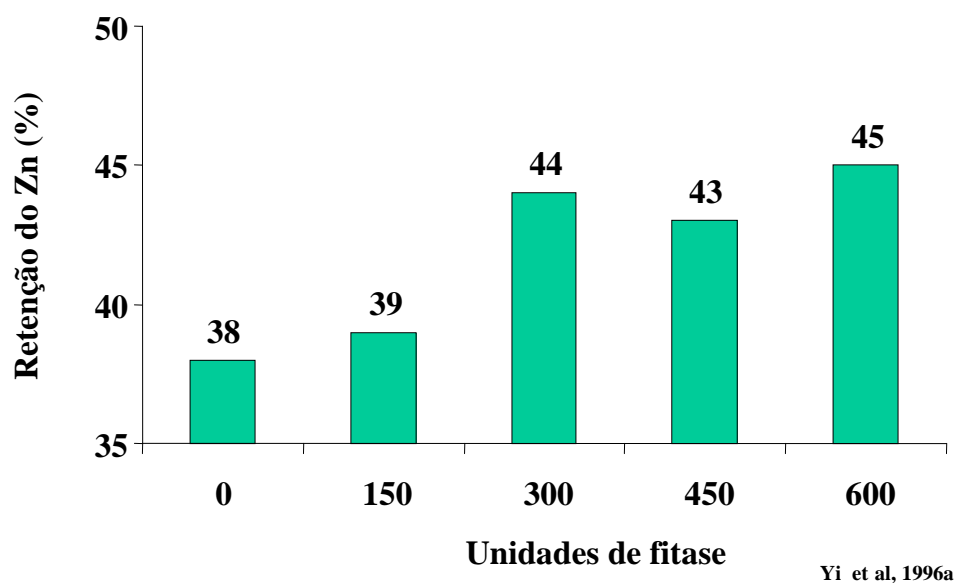


Figura 6 — Efeito da suplementação de fitase na retenção de zinco em frangos.

Baseado no conhecimento *in vitro* das interações entre fitase e proteínas a suplementação de fitase deve resultar em uma liberação de fitato ligado a proteínas e aminoácidos para utilização em animais. Vários dados publicados apoiam esta hipótese. No início dos anos 90, um trabalho por van der Klis e Versteegh (1991) demonstrou que a suplementação de 300 unidades de fitase / kg na dieta de poedeiras melhorou a absorção de nitrogênio ileal de 79.3% to 80.9%. Em frangos, patos e perus um efeito positivo da adição de fitase na digestibilidade de nitrogênio também foi observado (Farrell et al. 1993, Martin and Farrell, 1994, Yi et al. 1996b).

O efeito de fitase microbiana em proteína / aminoácido pode ser considerado de interesse prático e atualmente necessita ser quantificado para capacitar sua inclusão em formulação de rações. Um estudo recente foi conduzido por Ravindran e Bryden (1999) para se investigar os efeitos de níveis graduais de fitase microbiana em digestibilidade ileal de aminoácidos. Uma dieta baseada em trigo e sorgo foi formulada para conter 80% dos níveis recomendados de lisina pelo NRC (1994). Esta dieta foi suplementada com 125, 250, 375, 500, 750 e 1000 unidades de fitase /kg. Esta suplementação com fitase melhorou o ganho de peso significativamente alcançando um plateau em 500 unidades / kg. A taxa de conversão alimentar após a adição de fitase não alterou até 250 unidades mas melhorou linearmente com suplementação adicional de fitase. A digestibilidade de aminoácidos é mostrada na Tabela 2.

Tabela 2 — Digestibilidade ileal de nitrogenio e aminoácidos influenciada por níveis variáveis de fitase

Unidades de fitase	0	125	250	375	500	750	1000
Nitrogênio	78.1	78.7	78.9	79.8	81.2	81.0	82.2
Lisina	79.4	81.2	81.6	82.5	83.0	83.4	84.1
Metionina	91.0	90.5	91.2	91.6	91.7	91.3	91.8
Arginina	82.1	82.4	82.8	84.9	85.6	85.2	86.2

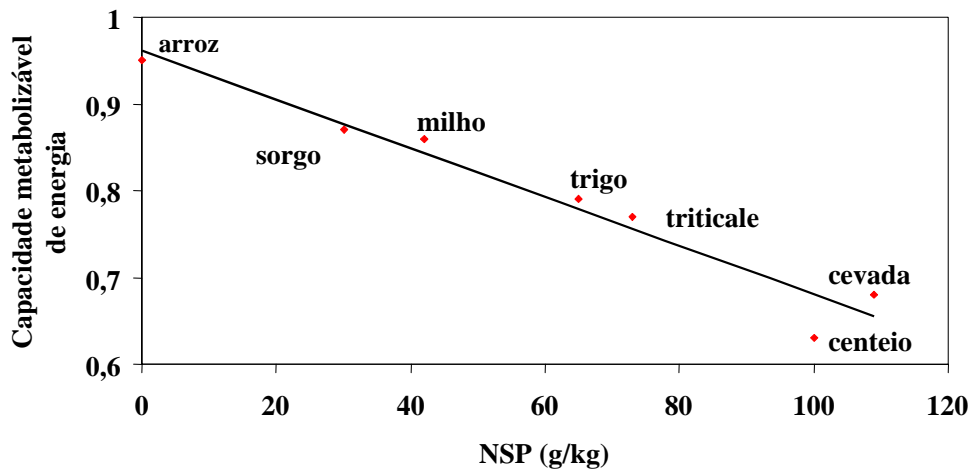
Ravindran and Bryden, 1999

No mesmo experimento foi determinado o efeito da fitase microbiana em energia metabolizável aparente (AME). O conteúdo de AME da dieta aumentou linearmente proporcional ao aumento da suplementação de fitase. Ao adicionar-se 500 unidades de fitase / kg melhorou o conteúdo de AME 2.3% de 13.06 a 13.35 MJ/kg de dieta. Uma resposta mais elevada foi demonstrada com a adição de 750 unidades / kg. Estes resultados confirmam os resultados publicados anteriormente (Farrell et al. 1993, Ravindran et al. 1999c, Ledoux, 1999). Todavia, o modo de ação ainda não está bem claro, mas com certeza a melhoria da digestibilidade de proteína e aminoácidos é parcialmente responsável por estas repostas.

A importância dos efeitos negativos do fitato em fósforo, minerais, proteína e utilização de energia em animais monogástricos é bastante descrita na literatura e a capacidade da fitase em liberar estes nutrientes ligados a fitatos são de grande interesse no mundo científico como também a nível prático para formulação de rações. A fitase é uma ferramenta para redução da suplementação de rações com fósforo inorgânico, proteína e energia. Ao mesmo tempo, excreção com o esterco diminui contribuindo para proteção ambiental.

Polissacarídeos não-amido: Polissacarídeos não-amido (NSP) existem em várias formas na natureza e são componentes da parede celular. O conteúdo dos NSP está relacionado negativamente com a capacidade metabolizável da energia de cereais (Figura 7).

Os motivos para as propriedades anti-nutricionais de NSP são sua elevada capacidade de ligarem-se à grandes quantidades de água resultando num aumento da viscosidade do conteúdo intestinal quando o alimento contendo NSP for consumido. O aumento da viscosidade pode causar problemas no intestino delgado devido



Annison, 1993

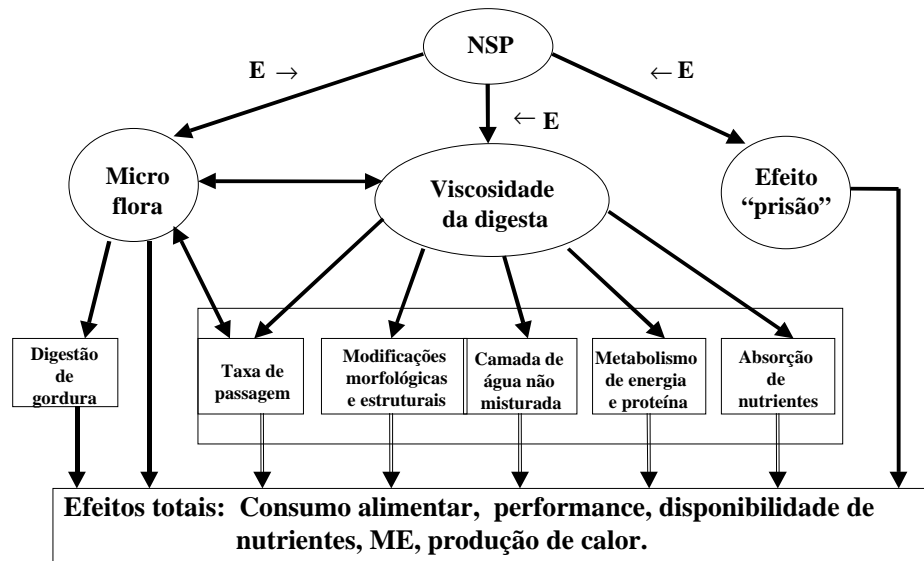
Figura 7 — Relação entre capacidade metabolizável da energia e conteúdo de NSP de cereais.

a nutrientes como gordura, amido ou proteína se tornam menos acessíveis e disponíveis a enzimas endógenas. O resultado disto é uma menor digestibilidade destes nutrientes. Além disso, viscosidade elevada deste bolo alimentar aumenta a quantidade de fezes úmidas.

Os NSP não são substâncias uniformes dos ingredientes do alimento mas o nível, tipo e composição podem diferir bastante entre sementes vegetais. Em cereais os NSP consistem principalmente de pentoses, glicanos e celulose, sendo que as pectinas de leguminosas e galactosídeos são os NSP predominantes. Pentoses consistem de uma cadeia de resíduos de xilose e são intercaladas com arabinose. Pentoses ocorrem principalmente em trigo ou triticale e exibem seus efeitos anti-nutricionais por sua solubilidade em água. Pentoses disponíveis em sorgo ou milho são na maioria das vezes insolúveis em água e todavia menos anti-nutricionais. Cevada ou aveia contem quantidades de glicanos, os quais são resíduos de glicose. Legumes como soja, feijão ou ervilhas contem elevadas concentrações de pectinas. Quando as galinhas são alimentadas com pectinas, que são cadeias de acidogalacturônico e ramnose tem propriedade anti-nutricionais. Galactosídeos como verbascose, estaquiose ou rafinose podem causar problemas digestivos e diarreia em aves.

Enzimas de NSP microbiano são usadas com sucesso há vários anos na indústria alimentar para redução de propriedades anti-nutricionais de NSP em dietas baseadas em cereais. O efeito positivo destas enzimas podem ser medidos em termos de melhoria dos parâmetros de performance como ganho de peso ou taxa de conversão alimentar. Todavia a extensão destes efeitos dependem muito da espécie, idade, tipo de ração, taxa de inclusão de cereais ou concentração e solubilidade dos NSP. Até agora o modo de ação das enzimas que quebram NSP não são entendidas completamente. A Figura 8 mostra diferentes fatores que influenciam a ação de NSP e das enzimas que os degradam.

NSP solúveis produzem viscosidade em soluções aquosas e a degradação desta fração por enzimas NSP exógenas diminuem a viscosidade da digesta. Ao mesmo



Simon, 1998

Figura 8 — Modo de ação dos NSP e de enzimas que degradam NSP.

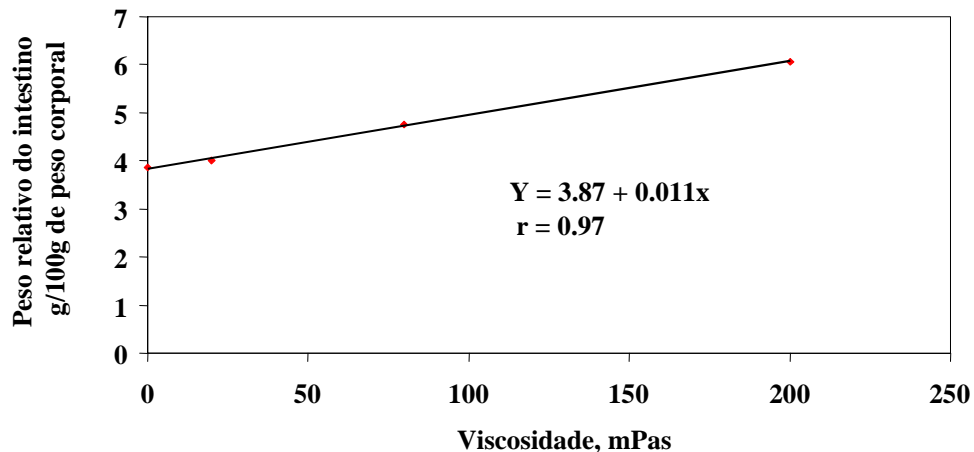
tempo as enzimas também são capazes de hidrolizar NSP insolúveis os quais são primariamente localizados na parede celular, e os transforma numa forma solúvel. Os NSP bloqueiam nutrientes no lumen da célula, o que é chamado "efeito prisão". O benefício das enzimas de NSP é explicado principalmente pela ação de redução de viscosidade e pela liberação de nutrientes suavizando o efeito prisão. Simon (1998) sugere que um aumento na digestibilidade dos nutrientes é devido a uma redução de viscosidade intestinal por:

- Melhoria na convecção do conteúdo intestinal através de contrações - Melhoria do contato de nutrientes absorvíveis com a superfície dos enterócitos - Facilita a difusão de substratos, enzimas digestivas e produtos da digestão

Uma indicação para a contribuição do efeito prisão pode ser o efeito de enzimas exógenas na digestibilidade ileal de amido, sendo que o amido é o principal alimento do endosperma dos cereais. Um trabalho de Almirall et al. (1995) demonstrou que uma melhoria na digestibilidade de amido ocorre por suplementação de glucanase numa dieta a base de cevada.

Como mostrado na Figura 8 vários outros parâmetros são influenciados pela viscosidade da digesta. Existe uma indicação na literatura que a viscosidade da dieta pode ter uma influência nas propriedades morfológicas e estruturais do trato intestinal. Um experimento com frangos em crescimento mostrou que um aumento na viscosidade da digesta ao mudar milho por centeio indicou um aumento em peso, comprimento e conteúdo proteico do trato digestivo. A figura 9 mostra que existiu uma correlação positiva ($r = 0.97$) entre o peso relativo do intestino e a viscosidade do jejuno (Simon, 1998).

Com respeito aos efeitos de enzimas de NSP exógenas uma hipótese alternativa afirma que as modificações da microflora intestinal ocorre, indicando que existe um outro modo de ação de enzimas NSP hidrolizantes. Todavia, dados experimentais



Simon, 1998

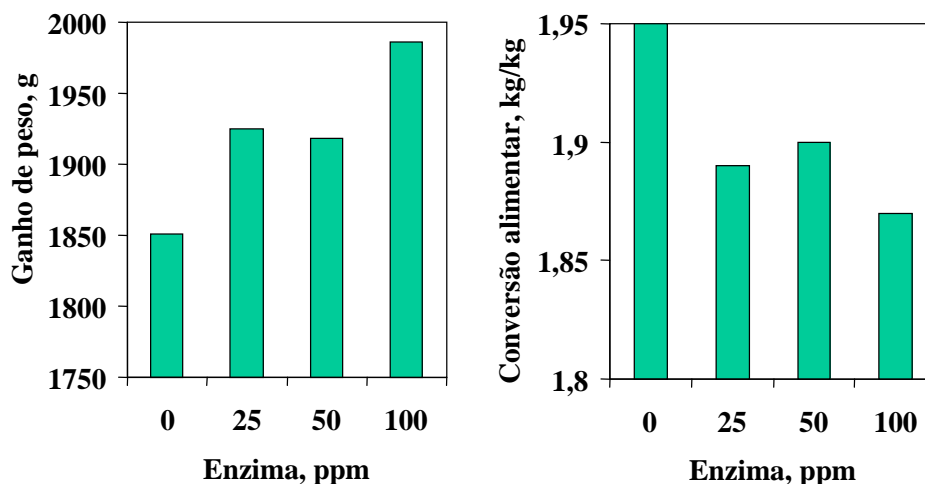
Figura 9 — Correlação entre a viscosidade da digesta e o peso relativo do intestino.

que apoiam esta teoria são muito limitados. Suplementação de enzimas podem modificar a quantidade e a composição da população microbiana no trato digestivo. Os mecanismos podem ser uma passagem acelerada da digesta, melhorando a absorção de nutrientes e uma mudança no local de absorção, reduzindo o comprimento do intestino ou reduzindo a viscosidade a qual modifica as condições de adesão para bactérias associadas ao tecido. Um estudo atual (Vahjen et al. 1998) averiguou o efeito da suplementação de xylanase numa dieta a base de trigo na colonização de lactobacilli, uma enterobactéria e cocci anaeróbico facultativo gram positivo.

A adição de enzimas reduziu a contagem de enterobactérias e cocci gram positivos totais em amostras do lumen e mucosa e aumentou os lactobacilli associados a mucosa. Atualmente estes resultados são difíceis de interpretar com respeito ao efeito na utilização de nutrientes no animal.

Enzimas que degradam NSP as quais são usadas comercialmente em todo mundo são principalmente as xilanases e glucanases. Pectinases para uso em dietas contendo leguminosas e galactosidases para degradação de galactosídeos em leguminosas são de menor importância comercial. Os benefícios econômicos de xilanase e /ou glucanase em termos de melhoria da performance são bastante conhecidos. A Figura 10 descreve o efeito de níveis graduais de preparados de xilanase e /ou glucanase em ganho de peso e taxa e conversão alimentar numa dieta de frangos contendo 45% de trigo (Heindl and Steinfeldt, 1999). A adição de 100 ppm do preparado enzimático melhorou o ganho de peso 7.3% e taxa de conversão alimentar em 4.1% durante o período do dia 0 ao dia 42.

A suplementação de enzimas que degradam NSP em rações contendo cereais pouco viscosos como milho ou sorgo não é uma prática muito comum na indústria atualmente. A principal razão é a inconsistência dos efeitos de enzimas NSP nestes alimentos. Um trabalho de Pack and Bedford (1997) mostrou que uma combinação enzimática consistindo de xilanase, amilase e protease podem melhorar o ganho de peso e taxa de conversão alimentar de frangos alimentados com uma alimentação a base de milho e soja. Contrário a estes resultados, Sherif et al. (1997) não observou



Heindl and Steinfeldt, 1999

Figura 10 — Performance de frangos alimentados com uma dieta baseada em trigo com níveis graduais de suplementação.

nenhum efeito de diferentes preparados enzimáticos contendo apenas glucanase ou glucanase, hemicelulase e pectinase ou amilase, glucanase, lipase e protease na performance de frangos alimentados com rações com milho contendo farelo de soja ou farelo de girassol.

Os maiores entraves para usarmos grãos de leguminosas como feijão, ervilhas ou tremoço em dietas de aves são a concentração de fatores anti-nutricionais nestas matérias primas os quais deprimem a performance dos frangos. A Tabela 3 mostra a distribuição de efeitos fisiológicos da ingestão de fatores anti-nutricionais em grãos de leguminosas.

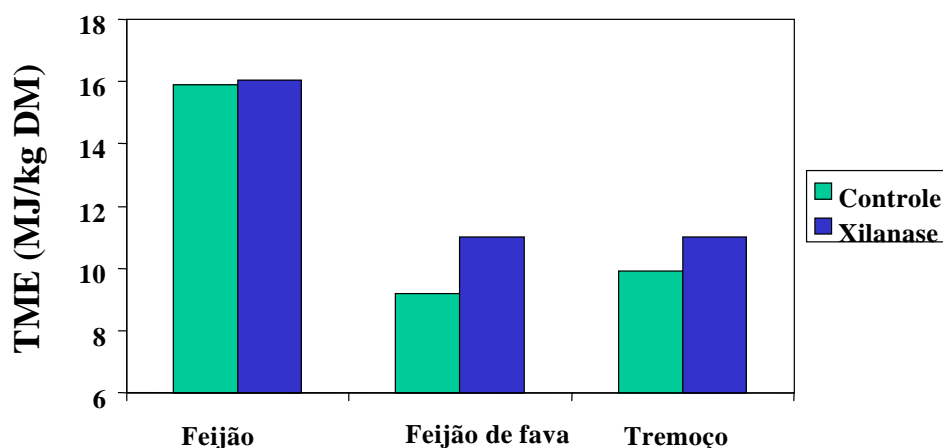
Os fatores mais comumente encontrados são os inibidores de proteases, taninos, inibidores de amilase lecitina, glicosídeos ou alcalóides. Várias técnicas como tratamento pelo calor, tratamentos mecânicos ou enzimáticos para eliminação destes fatores anti-nutricionais para eliminação destes fatores anti-nutricionais e melhoria do valor nutritivo destas leguminosas são usados pela indústria. Vários estudos (Wiryawan et al. 1995) dos efeitos de suplementação de xilanase de feijões, ervilhas e tremoço mostraram que a energia metabolizável verdadeira (TME) pode ser melhorada em aves em crescimento (Figura 11).

Farelo de soja é a fonte de proteína mais usada em dietas de aves. Há vários anos já é conhecido que farelo de soja contém quantidades significativas de alfa-galactosídeos. Estes galactosídeos podem prejudicar a digestibilidade de nutrientes aumentando a osmolaridade do conteúdo intestinal e por estimular o reflexo de motilidade, diminuindo assim a hidrólise de nutrientes e aumentando o trânsito do alimento no intestino. Vila and Mascarell (1999) pesquisaram o efeito de suplementação de alfa-galactosidases no valor energético de farelo de soja incluídos em níveis diferentes (30, 40, 50 ou 60 %) na dieta de frangos. Os resultados indicaram (Figura 12) que taxas de inclusão de 30 e 40% de farelo de soja suplementado com alfa-galactosidase aumentou o conteúdo de AME 8 e 11% respectivamente.

Tabela 3 — Fatores anti-nutricionais em grãos de leguminosas

Fatores anti-nutricionais	Efeito fisiológico	Distribuição
Inibidores de protease	Depressão do crescimento, hipertrofia/ hiperplasia pancreática, nódulos acinares, interferência com digestão de proteínas	Maioria das leguminosas
Taninos	Interferência com digestão de proteínas e de amidos	Maioria das leguminosas
Lecitinas	Depressão do crescimento, morte	Maioria das leguminosas
Inibidores de Amilase	Interferência com digestão de amido	Maioria das leguminosas
Glicosídeos		
Oligosacarídeos	Flatulência	Maioria das leguminosas
Saponinas	Afetam a permeabilidade intestinal	Maioria das leguminosas
Cianógenos	Problemas respiratórios	Feijão Lima
Vicina/Convicina	Anemia hemolítica	Feijão de fava
Alcaloides	Reduz palatabilidade, depressão do crescimento	Tremoço

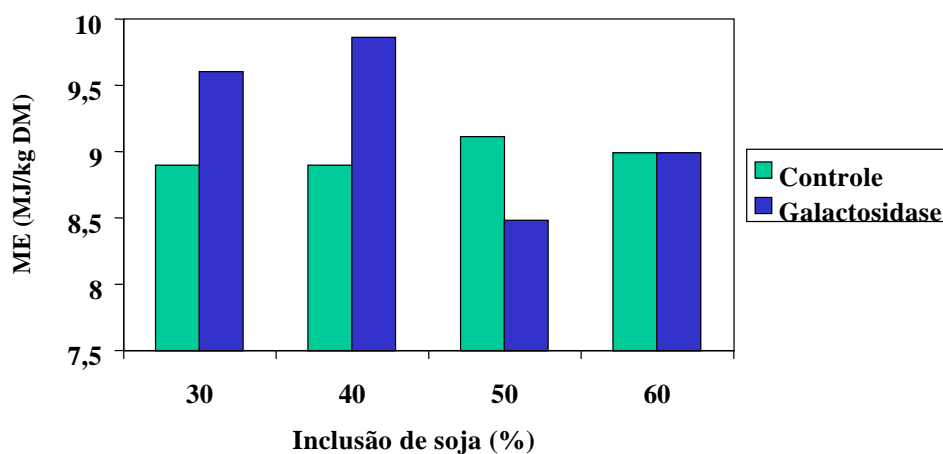
Wiryanan et al., 1997



Wiryanan et al., 1995

Figura 11 — Efeito da suplementação enzimática na energia metabolizável verdadeira de grãos de leguminosas em aves em crescimento.

Quando quantidades mais elevadas de farelo de soja foram usadas, nenhum efeito de suplementação enzimática no valor energético foi observado.



Vila and Mascarell, 1999

Figura 12 — Efeito de alfa-galactosidase no conteúdo energético de farelo de soja.

3 Conclusões

A produção e o consumo de carne de frango aumentou dramaticamente na última década. A taxa de crescimento anual é em torno de 6% e tem aumentado mais que qualquer outro produto agrícola. Por ser um tipo de carne que é beneficiada primeiramente quando ocorre uma melhoria da situação econômica, podemos esperar um crescimento ainda maior da produção para os próximos anos. Para mantermos e / ou melhorarmos a competitividade da produção avícola em comparação com a produção de suínos ou de carne de boi devemos observar vários fatores:

- evitar desbalanços entre demanda e fornecimento
- usar técnicas inovadoras para instalações, genética, nutrição e processamento
- controle sanitário
- acessar fatores de produção mais baratos como alimentação e manejo
- proteção ambiental
- bem-estar animal

As enzimas podem contribuir para adequar sistemas de alimentação na nutrição de aves. As enzimas discutidas acima oferecem uma possibilidade de redução dos efeitos de fatores anti-nutricionais presentes em quase todos alimentos usados atualmente. Além disso, as enzimas nos ajudam a reduzir o impacto da produção

avícola na poluição ambiental a qual terá uma grande influencia na produção animal do futuro. O desenvolvimento de novas tecnologias como engenharia genética irão ajudar no desenvolvimento científico de enzimas específicas para a solução de problemas nutricionais de alguns alimentos, tornando a nutrição de aves mais lucrativa.

4 Referências bibliográficas

- Thompson L.U., 1988, *Food Technology*, April 1988, 123-131.
- Ravindran V., Cabahug S., Ravindran G. and Bryden L., 1999a, *Poultry Sci.* 78, 699-706.
- Jongbloed A.W., de Jonge L., Kemme P.A., Mroz Z. and Kies A.K., 1997, *Proc. Sixth BASF Forum on Animal Nutrition*, Germany.
- Rutherford S.M., Edwards A.C. and Selle P.H., 1997, *Proc. Sixth Biennial Conference of the Australian Pig Science Assosiation*, 248.
- Ravindran V., Bryden L. and Kornegay E.T., 1995, *Poultry and Avian Biology Reviews* 6, 125-143.
- Ravindran V. Cabahug S. Ravindran G., Bryden W.L. and Selle P.H., 1999b, *Brit. Poult. Sci.*, in press.
- Schoener F.J., Hoppe P.P., Schwarz G. and Wische H., 1993, *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 69, 235-244.
- Yi Z., Kornegay E.T., and Denbow. D.M., 1996a, *Poultry Science* 75, 540-546.
- Van der Klis J.D. and Versteegh J.H., 1991, *Spelderholt Publication No.* 563, Spelderholt, Beekbergen, The Netherlands.
- Farrell D.J., Martin E.A., Du Preez J.J., Bongarts M., Betts M., Sudaman A. and Thomson E., 1993, *J. Anim. Physiol. Nutr.* 69, 278-283.
- Martin E.A. and Farrell D.J., 1994, *Proc. Aust. Poult. Sci. Symp.* 6, 88-91.
- Yi Z., Kornegay E.T. and Denbow D.M., 1996b, *Poult. Sci.* 75, 979-990.
- Ravindran V. and Bryden W.L., 1999, in preparation.
- Ledoux D.R., 1999, in preparation
- Ravindran V. Cabahug S. Ravindran G., Bryden W.L. and Selle P.H., 1999c, *Brit. Poult. Sci.*, in press.
- Annison G., 1993, *Australian J. of Agricultural Research* 44, 1-3.
- Simon O., 1998, *Journal of Animal and Feed Sci.* 7, 115-123.
- Almirall M., Francesch M., Perez-Vendrell A.M., Brufau J. Esteve-Garcia E., 1995, *J. Nutr.* 125, 947-955.
- Vahjen W., Gläser K., Schäfer K. and Simon O., 1998, *Journal of Agricultural Sci, Cambridge* 130, 489-500.
- Heindl U. and Steinfeldt S. 1999, *Proc. Austalian Poultry Sci. Symposium*, in press.
- Pack M. and Bedford M., 1997, *Wourld Poultry Volume*13, No. 9, 87-93.
- Sherif Kh.El., Gerendai D. and Gippert T., 1997, *Arch. Geflügelk.* 61, 8-14.
- Wiryawan K.G., Kumar A. and Dingle J.G., 1997, *Queensland Poultry Sci. Symposium*, 18-1 - 18-10.
- Vila B. and Mascarell J., 1999 *Feed International* June 1999.



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves**

Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Caixa Postal 21, 89700-000, Concórdia, SC
Telefone: (49) 442-8555, Fax: (49) 442-8559
<http://www.cnpsa.embrapa.br>
cnpsa@cnpsa.embrapa.br



**MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E DO
ABASTECIMENTO**

