



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**UTILIZAÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO E DO FARELO  
INTEGRAL DE MANDIOCA EM DIETAS DE FRANGOS CAIPIRAS**

**MARCO AURÉLIO CARNEIRO DE HOLANDA**

**RECIFE  
PERNAMBUCO – BRASIL  
2011**

MARCO AURÉLIO CARNEIRO DE HOLANDA

UTILIZAÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO E DO FARELO INTEGRAL  
DE MANDIOCA EM DIETAS DE FRANGOS CAIPIRAS

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e a Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para obtenção do título de **Doutor em Zootecnia**.

**Orientador:** Prof. Wilson Moreira Dutra Júnior, DSc.

**Co-orientadores:** Profa. Mônica Calixto Ribeiro de Holanda, DSc.  
Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino, DSc.

RECIFE  
PERNAMBUCO – BRASIL  
2011

## **Ficha catalográfica**

### **Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE**

H722u Holanda, Marco Aurélio Carneiro de  
Utilização de farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em dietas de frangos caipiras / Marco Aurélio Carneiro de Holanda. -- 2011. 115 f.: il.

Orientador: Wilson Moreira Dutra Júnior.  
Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2011.  
Inclui referências e anexo.

1. Alimentos alternativos 2. Avaliação de alimentos  
3. Avicultura 4. Frango caipira 5. Nutrição animal I. Dutra Júnior, Wilson Moreira, orientador II. Título

CDD 636.50852

## **UTILIZAÇÃO DO FARELO DE ALGODÃO E DO FARELO INTEGRAL DE MANDIOCA EM DIETAS DE FRANGOS CAIPIRAS**

**MARCO AURÉLIO CARNEIRO DE HOLANDA**

Tese defendida e aprovada em 17 de março de 2011, pela Banca Examinadora.

Orientador: \_\_\_\_\_

Wilson Moreira Dutra Júnior, D. Sc  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

Examinadores: \_\_\_\_\_

José Humberto Vilar da Silva, D. Sc  
Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Formação de Tecnólogos - Bananeiras

\_\_\_\_\_  
Fernando Guilherme Perazzo Costa, D. Sc  
Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Agrárias - Areia

\_\_\_\_\_  
Geraldo Roberto Quintão Lana, D. Sc  
Universidade Federal de Alagoas  
Centro de Ciências Agrárias de Rio Largo

\_\_\_\_\_  
Maria do Carmo Mohaup Marques Ludke, D. Sc  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

Recife - PE  
Março - 2011

## BIOGRAFIA

MARCO AURÉLIO CARNEIRO DE HOLANDA, filho de Bartolomeu Carneiro de Holanda (*in Memoriam*) e Amélia Carneiro de Carvalho Holanda, nasceu em Recife, Pernambuco, em 13 de Abril de 1963. Ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE – no ano de 1982 obtendo o título de Zootecnista em dezembro de 1985. Atuou na iniciativa privada como Zootecnista em empresas agropecuárias de 1985 a 2006. Em março de 2007 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia nessa mesma universidade, na área de Nutrição de Não Ruminantes, obtendo o título de *Magister Scientiae* em 2009. No ano de 2009 ingressou como aluno regular no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia e ainda em 2009 por concurso público foi nomeado e empossado para o cargo de professor assistente da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Em 17 de março de 2011 submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de *Doctor Scientiae* com concentração na área de Nutrição Não Ruminantes.

## **AGRADEÇO**

A Deus,

Por me dar força, serenidade e paz de espírito.

### ***Dedico***

Aos meus pais,

**Bartolomeu (*in memoriam*) e Amélia**

Mais que amor e ensinamentos, mais que palavras, vocês foram exemplo vivo

Exemplo de dignidade, de perseverança e de honestidade.

## **OFEREÇO**

*À minha amada esposa Mônica, pelos momentos vividos nestes 21 anos juntos, fiel companheira e parceira exemplo de dedicação, entrega e perseverança, meu suporte incondicional, pois cada dia que passa em nossas vidas tenho cada vez mais certeza que sem você nada disso teria sido possível.*

*E aos meus amados filhos Marco Aurélio e Gabriela, bênçãos de Deus em minha vida, pela compreensão nas ausências, pela paciência nos atrasos, pelo respeito no nervosismo e pelo amor incondicional apesar de tudo isso.*

*Vocês são meus motivos para continuar a estudar, para ser exemplo de vida aos dois, pois a educação é o único e mais precioso bem que deixo a vocês como herança.*

*Como sempre falo, isto ninguém tirará de vocês. Estudem para ser o primeiro, pois no mundo só há lugar para estes.*

*Porque ainda que a figueira não floresça, nem haja fruto na vide;  
ainda que decepcione o produto da oliveira, e os campos não produzam mantimento; ainda  
que as ovelhas da malhada sejam arrebatadas, e nos currais não haja gado;*

*Todavia eu me alegrarei no SENHOR; exultarei no Deus da minha salvação.*

*O SENHOR Deus é a minha força, e fará os meus pés como os das cervas,  
e me fará andar sobre as minhas alturas.*

***Habacuque 3:17-19***

*Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver  
Apesar de todos os desafios,  
Incompreensões e períodos de crise.*

*Ser feliz é deixar de ser vítima dos problemas  
E se tornar um autor da própria história.  
É atravessar desertos fora de si,  
Mas ser capaz de encontrar um oásis  
No recôndito da sua alma.*

*É agradecer a Deus a cada manhã pelo milagre da vida.  
Ser feliz é não ter medo dos próprios sentimentos.  
É saber falar de si mesmo.  
É ter coragem para ouvir um “não”.  
É ter segurança para receber uma crítica,  
Mesmo que injusta.*

*Pedras no caminho?  
Guardo todas, um dia vou  
Construir um castelo ...*

***Fernando Pessoa***



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, meu Senhor e Salvador, pela vida eterna e pela força sobre-humana que me deu para concluir meus estudos e trabalhar concomitantemente.

Aos meus pais, pelo esforço em fazer com que eu e meus irmãos tivéssemos uma educação primorosa, pelo amor e exemplo de vida.

À minha amada esposa e companheira inseparável, Mônica, pela atenção e dedicação que tem dispensado a mim e a nossa família, nosso suporte em todos os momentos.

Aos meus queridos filhos Marco Aurélio e Gabriela, razão do meu viver, pela paciência, compreensão, resignação nos momentos mais difíceis, incentivo e apoio, dando-me forças para que eu pudesse dar continuidade em mais esta etapa de minha vida.

Ao meu orientador, professor Wilson Moreira Dutra Júnior, homem honesto e sensível o suficiente, competente e sempre disponível para orientação. Hoje, um amigo e colega de trabalho.

À minha co-orientadora e também colega de trabalho, professora Mônica Calixto Ribeiro de Holanda, pela disponibilização do seu projeto de pesquisa, gerador dessa tese e dos ensinamentos que com paciência me mostraram ser possível.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural, por ter possibilitado a realização deste doutorado.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco pela concessão de bolsa de estudo e aprovação do projeto de tese dando total subsídio para que pudéssemos conduzir as pesquisas, motivo desta tese.

Aos os professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco que participaram da minha vida acadêmica.

Aos Professores Luiz Fernando Teixeira Albino, Fernando Guilherme Perazzo Costa, José Humberto Vilar da Silva e Geraldo Roberto Quintão Lana pelos trabalhos de qualificação e por terem aceitado novamente o convite para mais esta avaliação.

Ao empresário Rildo Roque Ferraz, proprietário da Avícola Ferraz, pelo apoio necessário ao desenvolvimento desta pesquisa.

As empresas Poli-nutri Alimentos Ltda e Uniaves Ltda, pelo fornecimento de premix mineral e vitamínico para a realização da pesquisa.

Aos discentes, equipe de peso, que auxiliaram na condução do experimento: Liliane Olímpio Palhares, Caio César Dantas Mendes, Raphaela Leitão Correia de Melo e Débora Nathália de Moura Ferreira.

Aos amigos e companheiros de jornada do doutorado (de A a Z) que sempre estiveram presentes, aconselhando-me e incentivando-me, aos quais me furto a citar nomes para não ser injusto com nenhum, pois todos, sem exceção, foram muito importantes. Obrigado por tudo e desculpem-me pelas brincadeiras.

A todos os meus colegas professores da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, irmãos e companheiros de luta, que torceram e vibraram com a conclusão do meu doutorado, inclusive quando apostaram entre si que eu não defenderia em 24 meses, estimulando-me ainda mais a concluí-lo antes do prazo oficial previsto. Obrigado pela força, valeu!

A todos, que colaboram direta ou indiretamente para que eu alcançasse mais uma meta e concretizasse este sonho em minha vida, deixo minha sincera gratidão e levo as melhores recordações.

## SUMÁRIO

|  | Página |
|--|--------|
| RESUMO GERAL .....   | 14     |
| GENERAL ABSTRACT .....   | 15     |
| CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....   | 16     |
| REFERENCIAL TEÓRICO .....  | 17     |
| Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de raízes de mandioca na<br>alimentação de aves .....   | 17     |
| Farelo de algodão ( <i>Gossypium</i> , sp) .....   | 18     |
| Farelo integral de mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) .....   | 23     |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS .....   | 29     |
| LITERATURA CITADA .....  | 30     |
| <br>   |        |
| CAPÍTULO I - Composição química e valores energéticos do farelo integral de<br>mandioca e do farelo de algodão determinados com frangos caipiras ..... | 34     |
| Resumo .....   | 35     |
| Abstract .....   | 36     |
| Introdução .....   | 36     |
| Material e Métodos .....   | 38     |
| Resultados e Discussão .....   | 41     |
| Conclusões .....   | 45     |
| Agradecimentos .....   | 46     |
| Referências .....  | 47     |
| <br>   |        |
| CAPÍTULO II - Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do<br>farelo de algodão em dietas para frangos caipiras .....                   | 49     |
| Resumo .....   | 50     |
| Abstract .....   | 51     |
| Introdução .....   | 51     |
| Material e Métodos .....   | 54     |
| Resultados e Discussão .....   | 61     |
| Conclusões .....   | 72     |
| Agradecimentos .....   | 73     |
| Referências .....  | 74     |
| <br>   |        |
| CAPÍTULO III - Substituição do milho pelo farelo integral de mandioca<br>( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) em dietas de frangos caipiras .....        | 78     |
| Resumo .....   | 79     |
| Abstract .....   | 80     |
| Introdução .....   | 80     |
| Material e Métodos .....   | 82     |
| Resultados e Discussão .....   | 89     |
| Conclusões .....   | 100    |
| Agradecimentos .....   | 100    |
| Referências .....  | 101    |
| <br>   |        |
| ANEXOS .....   | 104    |

## LISTA DE TABELAS

|  | Página |
|--|--------|
| Referencial teórico - Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de raízes de mandioca na alimentação de aves  |        |
| 1. Médias das composições nutricionais do farelo de algodão e do farelo de soja .....  | 20     |
| Capítulo I - Composição química e valores energéticos do farelo integral de mandioca e do farelo de algodão determinados com frangos caipiras  |        |
| 1. Composição centesimal, energética e química da ração referência, na matéria natural .....   | 40     |
| 2. Composição nutricional do farelo integral de mandioca e do farelo de algodão utilizado nas dietas experimentais .....   | 42     |
| 3. Médias, coeficientes de variação (CV), nível de significância (P*) e coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ) da energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta, da proteína bruta e da matéria seca do farelo integral de mandioca em função dos níveis de substituição ..... | 43     |
| 4. Médias, coeficientes de variação, nível de significância, e desvio padrão médio da EMA e EMAn, coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta, proteína bruta e da matéria seca do farelo de algodão em função dos níveis de substituição .....  | 44     |
| Capítulo II - Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão em dietas para frangos caipiras  |        |
| 1. Caracterização nutricional do farelo de algodão analisado e utilizado nas dietas experimentais .....  | 56     |
| 2. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 14 a 28 dias de idade, na matéria natural .....  | 57     |
| 3. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 29 a 56 dias de idade, na matéria natural .....  | 58     |
| 4. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 57 a 84 dias de idade, na matéria natural .....  | 59     |
| 5. Preço dos ingredientes utilizados na formulação das rações experimentais e do frango vivo por quilo .....   | 61     |

|  |    |
|--|----|
| 6. Médias de peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), observadas durante as fases experimentais em função dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão ..... | 62 |
| 7. Rendimento percentual dos cortes comerciais e vísceras das carcaças de frangos de corte de crescimento lento em função dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão .....                              | 67 |
| 8. Valores médios e desvio padrão para receita bruta, custo da alimentação, margem bruta e rentabilidade nos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão .....   | 69 |
| Capítulo III - Substituição do milho pelo farelo integral de mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) em dietas de frangos caipiras   |    |
| 1. Caracterização nutricional do farelo integral de mandioca analisado e utilizado nas dietas experimentais .....  | 84 |
| 2. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de sete a 28 dias de idade, na matéria natural .....  | 85 |
| 3. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 29 a 56 dias de idade, na matéria natural .....  | 86 |
| 4. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 57 a 84 dias de idade, na matéria natural .....  | 87 |
| 5. Preço dos ingredientes utilizados na formulação das rações experimentais e do frango vivo por quilo .....   | 89 |
| 6. Médias de peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), observadas em função da inclusão de farelo integral de mandioca .....   | 90 |
| 7. Rendimento percentual dos cortes comerciais e vísceras das carcaças de frangos caipiras em função dos níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca .....  | 94 |
| 8. Valores médios e desvio padrão para receita bruta, custo da alimentação, margem bruta e rentabilidade nos níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca .....  | 97 |

## RESUMO GERAL

HOLANDA, Marco Aurélio Carneiro de. **Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em dietas de frangos caipiras**. 115f. 2011. Tese de Doutorado (Nutrição de Não Ruminantes). UFRPE. Recife-PE.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a composição nutricional e energética do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca e sua inclusão nas dietas de frangos caipiras, visando avaliar o desempenho e custos com a alimentação. A composição nutricional e a energia metabolizável aparente (EMA) foram determinadas através de análises laboratoriais (matéria seca, cinzas, fibra bruta, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, cálcio, fósforo e energia bruta). O ensaio de digestibilidade foi realizado no período de 10 a 18 dias de idade das aves, cada ingrediente teve seus valores de digestibilidade dos nutrientes determinados através de cinco repetições. Os valores de energia metabolizável utilizados nos cálculos das rações foram de 1.965 e 2.951 kcal/kg de EMA para o farelo de algodão e farelo integral de raízes de mandioca respectivamente. Foram realizados dois experimentos de desempenho para avaliar o efeito da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão e da inclusão do farelo integral de mandioca em rações de frangos caipiras. Os experimentos foram compostos por cinco tratamentos com cinco e seis repetições por tratamento, em delineamento inteiramente casualizado. Ao final de cada fase foram realizadas avaliações como: taxa de sobrevivência, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar. Após o abate foi efetuada a avaliação das carcaças e de suas partes (asas, dorso, peito, coxa, sobrecoxa e gordura abdominal), além das vísceras comestíveis (coração, fígado e moela). Foi realizada uma avaliação econômica para calcular a viabilidade da utilização dos ingredientes testados nas dietas. Os resultados foram avaliados por análise de variância e regressão utilizando-se o programa computacional SAS (2001). O farelo de algodão e o farelo integral de mandioca podem ser utilizados até os níveis de 10,67 e 100% de inclusão, respectivamente, na alimentação de frangos de corte caipiras linhagem Label Rouge, sem prejuízo do desempenho zootécnico incluindo o rendimento percentual de carcaça das aves e ganho econômico.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos, desempenho, avicultura, digestibilidade, frango caipira

## GENERAL ABSTRACT

HOLANDA, Marco Aurélio Carneiro de. **Use of cottonseed meal and cassava meal in broiler hillbillies diets**. 115f. 2011. Ph.D. thesis (Nutrition ruminants). UFRPE. Recife-PE.

This study aimed to evaluate the nutritional composition and energy of cottonseed meal and cassava meal and its inclusion in broiler hillbillies diets, to evaluate the performance and costs of feeding. The nutritional composition and apparent metabolizable energy (AME) were determined by laboratory analysis (dry matter, ash, crude fiber, ether extract, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, calcium, phosphorus and crude energy). The digestibility trial was conducted from 10 to 18 days old birds, each ingredient has its values of nutrient digestibility determined from five repetitions. The metabolizable energy values used for calculations of the diets were 1965 and 2951 kcal/kg of AME for cottonseed meal and cassava meal, respectively. Two experiments were conducted to evaluate the performance effect of replacing soybean meal protein by protein from cottonseed meal and the inclusion of cassava meal in broiler hillbillies diets. The experiments consisted of five treatments with five and six replicates in a randomized design. At the end of each phase were evaluated as survival rate, weight gain, feed intake, feed conversion. After the slaughter were performed to evaluate carcass traits and their parts (wings, back, chest, thigh, drumstick and abdominal fat), moreover of edible offal (heart, liver and gizzard). Was performed an economic evaluation to assess the viability of the use of ingredients tested on diets. The results were analyzed by analysis of variance and regression using the SAS (2001). Cottonseed meal and cassava meal can be used until the levels of 10.67 and 100% inclusion, respectively, for feeding broiler hillbillies lineage Label Rouge, without prejudice to the animal performance including yield carcass percentage of birds and economic gain.

**Keywords:** alternative food, feed evaluation, redneck chicken, animal nutrition

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A cadeia produtiva da avicultura é de grande relevância para o estado de Pernambuco, principalmente no tocante a aspectos sociais. A implementação de sistemas de alimentação adequados a cada fase da exploração e a adoção de técnicas modernas de manejo são pré-requisitos básicos para aumento da produtividade no âmbito da produção animal.

Contudo, percebe-se que a desarticulação dessa cadeia produtiva, especialmente no sistema caipira, impede que os potenciais benefícios gerados pela avicultura sejam atingidos. A sobrevivência digna de uma população passa pela eficiência produtiva, representada pela qualidade dos produtos, por escalas de produção e regularidade da oferta de produtos, o que pode ser promovido através de orientação técnica sobre a adequação dos produtos obtidos ao mercado e, principalmente, sobre o manejo alimentar, visto que a alimentação das aves pode representar até 80% do custo total de produção.

A busca incessante por novas pesquisas que visem diminuir os custos de produção de aves demonstra um horizonte vasto de conhecimentos novos sobre os ingredientes alternativos disponíveis, principalmente no semi-árido nordestino. Há a necessidade iminente de que essas pesquisas possam também estar acessíveis ao pequeno produtor (principal componente do sistema de agricultura familiar), visando um aumento na geração de emprego e de renda dentro das pequenas propriedades rurais, de maneira que fortaleçam esse setor da economia agrícola, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do programa de agricultura familiar.

Diante do exposto, acredita-se no bom aproveitamento desses ingredientes em rações para aves, principalmente caipiras, uma vez que essas aves têm um potencial genético para ganho de peso mais lento e seu período de criação também é maior. Isto implica em maior tempo para o amadurecimento do sistema fisiológico e digestivo, acarretando possivelmente em um melhor aproveitamento de alimentos com teores de fibras mais elevados.



## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de raízes de mandioca na alimentação de aves**

A avicultura no Brasil é uma das atividades que mais tem se desenvolvido, tanto em número de frangos abatidos como no número de ovos produzidos. A expansão do sistema intensivo de produção é um dos principais fatores responsáveis por este progresso, o qual possibilitou o fornecimento aos consumidores brasileiros de fontes protéicas saudáveis e a um baixo custo. Sendo assim, vem se observando um aumento contínuo de consumidores que procuram alimentos mais saudáveis, produzidos em condições naturais e que tenham como produto final um alimento com características diferenciais em relação ao sabor.

Na criação alternativa de frangos de corte, conhecida comumente no Brasil como galinha caipira, as aves tem acesso à pastagem, onde podem ingerir vegetais (verduras, pasto, resíduos de lavouras, etc.), insetos e minhocas. Com o objetivo de reduzir os custos de produção, os produtores podem substituir a ração por outro alimento disponível na propriedade como, por exemplo, quirera de milho, raspas de mandioca, farelo de arroz, e outros.

No sistema de produção alternativo, o desempenho das aves é influenciado pela suplementação alimentar ao pasto que é fornecida, e tem como produto final uma carne com características sensoriais diferenciadas das aves criadas em confinamento comercial, apresentando carne mais escura e firme, sabor acentuado e menor teor de gordura.

As linhagens de frangos de corte de crescimento lento, ou caipiras, mais produzidas no Brasil são “Label Rouge” (pescoço pelado), Pesadão e o Paraíso Pedrês. A linhagem Label Rouge é a que melhor se adaptou ao clima brasileiro apresentando um bom desempenho. As linhagens Pesadão e Superpeso apresentam variações de peso ao abate de

1,70 a 2,20 kg com a idade ao abate variando de 70 a 90 dias, com conversão alimentar em torno de 2,2 (Silva et al., 2003).

A produção de aves na região Nordeste depende do abastecimento de grãos de milho e farelo de soja suprido de outras regiões do país, que compõem a base das dietas comerciais para aves. Trindade et al. (1974) reconhecendo a importância do milho no desenvolvimento da produção avícola e influência nos preços de seus produtos e levando em conta as peculiaridades de sua produção e industrialização, já afirmavam naquela época, da necessidade da identificação de alimentos alternativos que viessem a substituí-lo convenientemente nas rações para aves.

Nos próximos anos, os produtores rurais, especificamente aqueles que produzem aves e suínos, precisarão focar o uso de outros ingredientes que não sejam aqueles que prioritariamente atendam a demanda alimentar da população humana, como também a produção de biocombustíveis. Os preços destes subprodutos possivelmente com reflexos da lei da “oferta e procura”, terão seus preços majorados, inviabilizando a sua utilização na alimentação animal.

Assim, o algodão e a mandioca podem se apresentar como potenciais alternativas alimentares em dietas de frangos caipiras, especialmente no Nordeste.

### **Farelo de algodão (*Gossypium*, sp)**

O algodão se apresenta como um potencial ingrediente nas dietas de animais não ruminantes. A cultura do algodão tem grande destaque mundial por fornecer matéria prima aos setores de grande necessidade para a população e importância econômica, como vestuário, produtos farmacêuticos, produtos para alimentação humana e animal.

O principal produto da cotonicultura é a fibra de algodão e, segundo Lopes (2003),

a semente tem grande importância na fabricação do óleo, assim como o farelo ou torta fornecido *in natura* ou extrusados na alimentação animal. Segundo a Embrapa, a cada 100 kg de algodão em pluma resulta na produção de 26,23 kg de farelo (EMBRAPA, 2003).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), o Brasil produziu 2,4 milhões de toneladas de algodão em caroço, sendo o Nordeste responsável por 773,8 mil toneladas, o que representa uma produção estimada de, aproximadamente, 624 mil toneladas de farelo e ou torta de algodão, disponíveis para utilização na alimentação animal.

O farelo de algodão é um subproduto da industrialização do algodão, obtido a partir do caroço descortificado após extração do óleo por solvente e moagem fina (Butolo, 2002).

A semente, coberta com línter (fibras relativamente curtas, que ainda ficam aderidas ao caroço do algodão depois da operação de descaroçamento) é rica em óleo, contém em média 60% de caroço e 40% de fibra. A amêndoa liberada com a quebra das cascas possui em média 30 a 40 % de proteínas e de 35% a 40% de lipídios (EMBRAPA, 2003).

Torres (1979) relata que o farelo de algodão ocupa o terceiro lugar em importância quer pela disponibilidade quer pela qualidade da proteína e Souza (2003) comenta que o farelo de algodão é o terceiro mais produzido no mundo perdendo apenas para a soja e a canola.

Entretanto, estudos sobre as características nutricionais do farelo de algodão produzidos no Brasil são bastante escassos. Atualmente as pesquisas com farelo de algodão na alimentação de animais não ruminantes, como fonte protéica, tem despertado bastante interesse entre os pesquisadores, que estão realizando uma revisão mais ampla sobre sua utilização e seus efeitos sobre o desempenho zootécnico dos animais.

Ezequiel (2002) cita que a proteína do farelo de algodão varia de 38 a 44%, sendo que no Brasil a produção em maior escala é de farelo de algodão com 38% de proteína bruta.

Brito et al. (2004) encontraram valores de 40,5% e 11,9% para proteína bruta e fibra bruta, respectivamente.

Em geral, o farelo de algodão citado nas diversas tabelas existentes na literatura tem valores que variam de 28 a 40% para proteína bruta e de 7 a 12% para fibra bruta, sendo o conteúdo de aminoácidos satisfatório, com valores muito próximos aos do farelo de soja, observando-se valores menores para lisina (Peixoto & Maier, 1993). Porém, as tabelas brasileiras de composição de alimentos relatam que a composição aminoacídica do farelo de algodão é inferior da encontrada no farelo de soja para todos os aminoácidos, com exceção da arginina conforme Rostagno et al. (2005), Tabela 1.

TABELA 1. Médias das composições nutricionais do farelo de algodão e do farelo de soja

| Composição química    | Farelo de algodão |        | Farelo de soja |
|-----------------------|-------------------|--------|----------------|
|                       | 30% PB            | 38% PB | 45% PB         |
| PB, %                 | 29,80             | 39,45  | 45,32          |
| EMA, kcal/kg          | 1.666             | 1.943  | 2.256          |
|                       | Aminoácidos, %    |        |                |
| Metionina             | 0,46              | 0,59   | 0,64           |
| Lisina                | 1,24              | 1,64   | 2,77           |
| Metionina+Cistina     | 0,95              | 1,28   | 1,27           |
| Triptofano            | 0,51              | 0,51   | 0,62           |
| Treonina              | 0,97              | 1,36   | 1,78           |
| Arginina              | 3,47              | 4,46   | 3,33           |
| Glicina+Serina        | 2,53              | 3,63   | 4,21           |
| Valina                | 1,33              | 1,87   | 2,16           |
| Isoleucina            | 0,93              | 1,37   | 2,10           |
| Leucina               | 1,76              | 2,39   | 3,52           |
| Histidina             | 0,84              | 1,15   | 1,17           |
| Fenilalanina          | 1,61              | 2,22   | 2,30           |
| Fenilalanina+Tirosina | 2,31              | 3,27   | 3,84           |

Rostagno et al. (2005).

O gossipol é um composto fenólico formado por aldeídos e terpenos, biossintetizado por plantas do gênero *Gossypium* da família *Malvaceae*, sendo produzidas em suas glândulas subepidérmicas e encontradas sobre cotilédones, folhas, estípulas, sépalas, caule,

ramos, frutos e na amêndoa da semente, apresentando baixo peso molecular (Carvalho, 1996).

Segundo a Embrapa (EMBRAPA, 2003) o gossipol pode ser encontrado sob duas formas: livre ou conjugada. Altos níveis de gossipol conjugados indicam baixa disponibilidade da lisina e baixa digestibilidade da proteína, além de comprometer as funções hepáticas, a taxa de respiração e a capacidade de transporte do oxigênio pelos eritrócitos, possibilitando o ataque cardíaco.

Dentre os métodos empregados no processo de retirada ou diminuição do teor de gossipol; o melhoramento genético da planta tem sido o mais utilizado, por não acarretar perdas no valor nutricional das proteínas. Desde a década de 50, nos Estados Unidos foi desenvolvido um tipo de algodão sem glândulas produtoras de gossipol, possibilitando, assim, a criação de variedades comerciais livres desse composto, denominados “glandless”. Desta forma, inúmeras pesquisas em todo mundo têm sido realizadas, com o objetivo de maximizar a valorização dos derivados protéicos do algodão, dentre elas citam-se: CIRAD-CA, na França; INCAP na Guatemala; o USDA e a Texas A & M University nos estados Unidos, que vêm avaliando o valor biológico das proteínas e o perfil aminoacídico desta cultura.

Níveis elevados de gossipol livre (acima de 100 ppm) provocam efeitos tóxicos e antinutricionais nas diversas espécies de animais. Os efeitos tóxicos são cumulativos e a morte de suínos pode ocorrer após quatro a oito semanas de uso em altos níveis de inclusão de farelo de algodão com elevados níveis de gossipol livre. Os suínos podem intoxicar-se com níveis tão baixos quanto 20 ppm de gossipol livre na ração. Os sintomas de intoxicação variam de leves tremores até a morte em casos severos devido aos danos causados ao fígado e ao coração. Em geral, bovinos e ovinos não são muito afetados, porém coelhos e suínos morrem ao serem alimentados com frequência com torta ou farelo de algodão (EMBRAPA,

2003).

Aves toleram níveis de gossipol mais elevados (200 ppm) quando comparadas aos suínos, embora um outro efeito indesejável da presença de gossipol acima de 30 ppm seja a coloração marrom esverdeada da gema e quanto mais tempo o ovo permanecer armazenado especialmente a baixas temperaturas (5°C), mais pronunciado será este efeito (Barbosa & Gattas, 2004).

Elevar o nível de proteína da dieta e usar sulfato ferroso e óxido ou hidróxido de cálcio são medidas que podem ser adotadas para possibilitar a utilização nas rações de aves e de suínos contendo farelos de algodão com altos níveis de gossipol livre. A utilização de elevados níveis de proteína na ração assim como a suplementação da mesma com lisina sintética proporcionam grupos aminas livres para se complexarem com o gossipol livre. Para níveis de gossipol livre acima de 50 ppm deve ser adicionado sulfato ferroso na ração, na proporção de 1 g de Fe para cada 1 g de gossipol livre, respeitando um limite máximo de 350 ppm de gossipol livre (Souza, 2003).

Henry et al. (2001) observaram que problemas de baixa deposição de proteína muscular relacionados com o teor de lisina das dietas, podem ser facilmente solucionados com a adição de lisina industrial. Azman e Ylmaz (2005) concluíram que o farelo de algodão com suplementação adequada de lisina pode ser incorporado às dietas de pintos sem perda de desempenho.

Watkins et al. (2002) avaliando níveis de inclusão de farelo de algodão com 45% de proteína bruta em dietas para frangos de corte associado a altos níveis de energia, verificaram que o farelo de algodão poderia ser incluído nas rações em até 30% associados a níveis de energia de 3.100 kcal/kg, sem afetar o ganho de peso consumo de ração e mortalidade das aves, no entanto a conversão alimentar foi prejudicada. Gamboa et al. (2001) observaram que, com a inclusão de farelo de algodão com 45% de proteína bruta em

até 21% nas dietas, não houve perda no desempenho das aves.

Pimentel et al. (2007) avaliando a substituição parcial da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão adicionando sulfato ferroso em dietas para frangos de corte, observaram que o farelo de algodão substituiu a proteína do farelo de soja no nível de até 19,41% sem afetar o desempenho zootécnico.

Santos et al. (2008) determinaram valores de 3.131 e 3.095 kcal/kg, respectivamente, para a energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) para o farelo de algodão processado via extrusão. Esses mesmos autores, avaliando a substituição da proteína do farelo de soja pela do farelo de algodão em frangos de corte, observaram que a substituição pode ser feita até o nível de 40%, sem afetar o ganho de peso e consumo de ração, contudo houve uma piora na conversão alimentar, de modo que a substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão deve observar, sobretudo, o ganho econômico.

Carvalho et al. (2010) trabalhando com farelo de algodão na alimentação de frangos de corte, observaram valores de EMA de 1.416 kcal/kg e concluíram que sua utilização em rações para frangos de corte baseada em aminoácidos digestíveis pode ser feita em até 12% sem afetar o desempenho zootécnico dos animais.

### **Farelo integral de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**

A mandioca, (*Manihot esculenta* Crantz) é um arbusto lenhoso da família *Euphorbiaceae*, nativa da América do Sul, e considerada a terceira maior fonte de carboidratos para a alimentação humana no mundo, tem sido extensamente cultivada com importância econômica principalmente no Brasil, sudeste da Ásia, África tropical e na América Central (Fauquet & Fargette, 1990). Estes autores relatam que a mandioca tem a

capacidade de produzir bem em solos pobres e secos, e a planta pode produzir de 25 a 60 toneladas de raízes/ha/ano, dependendo da variedade e da forma de cultivo.

Quase 70% da produção mundial de mandioca são oriundas de cinco países, a saber: Nigéria, Brasil, Tailândia, Indonésia e República Democrática do Congo. A produção mundial de mandioca foi 228 milhões de toneladas em 2007, o que representa um aumento constante da produção nos últimos anos (FAO, 2008).

Existem dois tipos de mandioca, a “doce” ou mansa, utilizada para consumo humano, com baixo teor de ácido cianídrico (HCN) e plantada em todo o mundo em larga escala. O segundo tipo é a mandioca amarga, popularmente conhecida como mandioca “brava”, apresenta alto teor de ácido cianídrico e não é adequada para o consumo humano. Em linhas gerais, raízes e folhas são os principais produtos da mandioca, porém vários co-produtos podem ser obtidos através da industrialização sendo, portanto, muito utilizados pela indústria de processamento, como a goma de tapioca, polvilho doce e azedo, indústria farmacêutica, farinha para alimentação humana e também álcool.

A mandioca e seus subprodutos são identificados como alternativas viáveis para serem incluídos nas rações das aves, por serem alimentos comuns em países tropicais e subtropicais (Ludke et al., 2005), de baixo custo e de grande disponibilidade no Nordeste. O Brasil em 2008 produziu 26,8 milhões de toneladas, sendo as maiores produções registradas nos estados do Pará, Bahia, Paraná, Maranhão e Rio Grande do Sul (IBGE, 2008). Segundo IBGE (2008), a produção de mandioca no Nordeste é de 9,8 milhões toneladas e, deste total, 80% são destinadas à industrialização, sendo o estado de Pernambuco o 14º maior produtor brasileiro, com 473,9 mil toneladas produzidas nesta safra.

A mandioca contém fatores anti-nutricionais que são glicosídeos cianogênicos de dois tipos: a linamarina que representa 93% do total e a linamarina etílica (7%) também identificada por lotaustralina (Chauynarong et al., 2009).



A linamarina é quimicamente similar à glicose, porém é conjugada com cianeto, podendo variar sua concentração de 2 a 395 mg em 100 kg dependendo da variedade. Na planta inteira, a linamarina é sintetizada a partir do aminoácido, valina, enquanto que a lotaustralina é sintetizada a partir da isoleucina (Yeoh e Yruong, 1993).

Os glicosídeos cianogênicos não são prejudiciais à planta e servem como fontes de ácidos aspártico, glutâmico e glutamina. Segundo Ravindran e Ravindran (1988) a concentração de ácido cianídrico (HCN), resultante da ação de enzimas hidrolíticas é influenciada pelo estado nutricional e idade da planta.

O ácido cianídrico é altamente tóxico sendo liberado por hidrólise pela enzima linamarase (presente na casca da raiz) e quando ocorre rompimento do tecido vegetal, por meio de ação mecânica, por enzimas glicosídicas da fauna intestinal, fígado e outros tecidos, reagem com os glicosídeos cianogênicos e podem provocar efeitos neurológicos crônicos, inibição da captação do iodo pela tireóide e até mesmo a morte quando inalados (Teles, 1987) que, de acordo com Leningher et al. (1995), se dá por inibição da ação de algumas enzimas, particularmente a oxidase terminal na cadeia respiratória.

Para reduzir a quantidade de princípios tóxicos na mandioca objetivando-se utilizá-la na alimentação animal, deve-se lavar as raízes, cortá-las em pedaços pequenos para fazer raspas ou triturá-las numa forrageira e espalhá-las em local com piso cimentado ou forrado com lona plástica, sob o sol. Quando colhida, a mandioca tem entre 60 e 65% de umidade e em boas condições de secagem ao natural (ventilação e insolação), a umidade diminuirá para menos de 14%, podendo então ser ensacada e armazenada. A raspa de mandioca, sob extrusão, também pode ser transformada em péletes facilitando o armazenamento e provendo uma maior estabilidade da composição nutricional do produto (Chauynarong et al., 2009).

A secagem das raspas de mandioca ao sol diminui bastante o teor de ácido

cianídrico, promovendo condições ideais de uso para alimentação animal. A ensilagem, também reduz em cerca de 63% o teor de ácido cianídrico e se a mandioca for do tipo que contenha baixo teor de HCN, deve ser colhida, lavada, picada e fornecida imediatamente aos animais, pois não se conserva bem em estado fresco (Garcia & Dale, 1999).

Ludke et al. (2005) relatam que, apesar da mandioca ser boa fonte de energia, devido ao alto nível de carboidratos (amido), propriedades aglutinantes e elevado coeficiente de digestibilidade, é pobre em proteína bruta, aminoácidos sulfurados, gordura, ácidos graxos essenciais, vitaminas, minerais e pigmentantes naturais.

O valor da energia metabolizável aparente (EMA) da farinha integral de raspas das raízes de mandioca para aves segundo a literatura varia de 2.870 a 3.493 kcal/kg na matéria seca (Olson et al., 1969; Maust et al., 1972; Hutagalung et al., 1974; Muller et al., 1975; Fetuga & Oluyemi, 1976; Khajareern et al. 1982).

Rostagno et al. (2005) descrevem que a raspa integral de raízes da mandioca apresenta 3.621 kcal/kg de energia bruta, 2,47% de proteína bruta, 5,42% de fibra bruta, 11,75% de fibra em detergente neutro e 4,27% de fibra em detergente ácido e valores de energia metabolizável aparente para aves de 2.973 kcal de EMA/kg. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, os valores são de 3.024 kcal/kg de EMA (EMBRAPA, 1985). Resultados semelhantes foram observados por Freitas et al. (2008) que avaliando a farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte obtiveram valores de energia bruta de 3.746 kcal/kg e de 2.940 kcal/kg para energia metabolizável aparente.

Longo et al. (2005) trabalhando com amido de mandioca determinaram valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) de 3.690 kcal/kg e coeficientes de digestibilidade de 97,89% determinados com frangos de corte dos 14 aos 21 dias de idade, afirmando que o amido da mandioca é mais digestível que o amido do milho

em função da estrutura de suas ligações glicosídicas.

Para frangos de corte criados em sistema industrial, Miranda et al. (1990) concluíram ser viável a substituição do milho por farinha de raiz de mandioca nas dietas ao nível de 45% na fase inicial (um a 21 dias); entretanto, na fase subsequente (até 49 dias), esse nível diminuiu para 15% de inclusão.

Nascimento et al. (2005) observaram ser viável a utilização de 10,29% de farinha de raspa de mandioca em substituição ao milho nas rações de engorda dos frangos de corte e Brum et al. (1990) demonstraram que a substituição do milho pela raspa integral de mandioca, em níveis de 66,66%, em dietas isocalóricas e isoprotéicas, produziu frangos de corte até os 42 dias de idade, com bons resultados, considerando-se o ganho de peso e consumo de ração.

Freitas et al. (2008) avaliando o uso de farinha de varredura de mandioca observaram que níveis de até 30% podem ser usados nas rações de frangos de corte em substituição ao milho, sem afetar o desempenho das aves.

Comparativamente aos frangos de corte, poucos estudos têm sido realizados com produtos de mandioca em poedeiras. Na maioria dos estudos, 40 a 60% do milho da dieta têm sido substituído satisfatoriamente por farinha de raspa de mandioca, sem efeitos adversos sobre a produção de ovos (Enriquez & Ross, 1972; Hamid & Jalaludin, 1972).

Khajareern e Khajareern (1986) relataram que a mandioca pode ser utilizada como fonte de energia nas dietas de frangas na recria e que nas fases de produção o desempenho dessas aves foi semelhante ao de aves alimentadas com rações à base de milho. Aina e Fanimó (1997) observaram que a produção diária de ovos foi diminuída com o aumento da inclusão de farinha de raspa de mandioca nas dietas, contudo, o peso dos ovos, consumo de ração, espessura de casca, unidade Haugh e conversão alimentar não foram afetados.

Os relatos da literatura são do uso do farelo de algodão e do farelo integral de raízes de mandioca basicamente na alimentação de frangos de corte tipo industrial, entretanto, quase não existem relatos com relação ao uso desses dois ingredientes na alimentação de frangos de corte de crescimento lento (tipo caipira).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso de alimentos não convencionais na alimentação de animais não ruminantes, precisa ser melhor pesquisado, buscando novas formas de preparação para melhor adequação da forma física e disponibilização do conteúdo nutricional do produto para facilitar a inclusão dos mesmos às rações com preços compatíveis que possibilitem formulação nutricional e economicamente viável às necessidades da produção animal em especial para a criação de aves em regime de agricultura familiar.

## LITERATURA CITADA

- AINA, A.B.J.; FANIMO, A.O. Substitution of maize with cassava and sweet potato meal as the energy source in the rations of layer birds. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, v.20, p.163-167, 1997.
- AZMAN, M.A.; YILMAZ, M. The Growth Performance of Broiler Chicks Fed with Diets Containig Cottonseed Meal Supplemented with Lysine. **Revue Méd. Vét.**, v.156. n.2. p.104-106. 2005.
- BARBOSA F. F.; GATTÁS G., Farelo de algodão na alimentação de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.3, p.147-156, 2004.
- BRITO, M.S.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; SILVA, D.A.T.; TORRES, T.R.; OLIVEIRA, E.L. Composição nutricional e energia metabolizável do farelo de algodão e farelo residual de milho para frangos de corte. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 3., Campina Grande, Paraíba. **Anais...** Campina Grande: SNPA, 2004. (CD ROOM).
- BRUM, P.A.R. et al. Farinha integral de mandioca em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.10, p.1367-1373, 1990.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: J.E. BUTOLO, 2002. p. 430.
- CARVALHO, P.P. **Manual do algodoeiro**. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1996. 282p.
- CARVALHO, C.B.; DUTRA JUNIOR, W.M.; LIMA, S.B.P.; TAKATA, F.N.; NASCIMENTO, G.R. Avaliação nutricional do farelo de algodão de alta energia no desempenho produtivo e características de carcaças de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.40, n.5, p.1166-1172, 2010.
- CHAUYNARONG, N.; ELANGOVA A.V.; IJI, P.A. The potential of cassava products in diets for poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.65, p.23-36, 2009.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Concórdia-SC. **Tabela de composição e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 2. ed. Concórdia-SC. EMBRAPA - CNPSA, 1985. 29p.(EMBRAPA – CNPSA, documento, 8).
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar**. Embrapa Algodão, 2003. Disponível em: <[HTTP://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTLM/Algodão/AlgodãoAgricul turafamiliar/autores](http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTLM/Algodão/AlgodãoAgricul turafamiliar/autores)>. Acesso em: 27 Dez 2010.
- ENRIQUEZ, F.Q.; ROSS, E. Cassava root meal in grower and layer diets. **Poultry Science**, v.51, p.228-232, 1972.

- EZEQUIEL, J.M.B. Farelo de algodão como fonte alternativa de proteína alternativa de origem vegetal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal. Campinas, São Paulo. **Anais...** Campinas: CBNA. 2002. p.137-161.
- FAO. FAOSTAT Production database. Food and Agriculture Organization of the United Nation, 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault>>. Acesso em: 27 Dez 2010.
- FAUQUET, C.; FARGETTE, D. African cassava mosaic virus; etiology, epidemiology and control. **Plant Disease**, v.74, p.404-411. 1990.
- FETUGA, S.L; OLUYEMI, J.A. The metabolizable energy of some tropical tuber meals for chicks. **Poultry Science**, v.55, p.868-873, 1976.
- FREITAS, C.R.G.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; RABELLO, C.B.; NASCIMENTO, G.R.; BARBOSA, E.N.R. Inclusão da farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte, **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, n.2, p.155-163, 2008.
- GARCIA, M.; DALE, N. Cassava root meal for poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, n.8, p.132-137, 1999.
- GAMBOA. D.A. et al. Tissue distribution of gossypol enantiomers in broilers fed various cottonseed meals. **Poultry Science**, v.80, n.7, p.920-925, 2001.
- HAMID, K. and JALALUDIN, S. The utilization of tapioca in rations for laying poultry. **Malaysian Agricultural Research**, v.3, p.48-53, 1972.
- HENRY, M.H.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; LEE, J.; TOLEDO, R.T.; EITENMILLER, R.; PHILLIPS, R.D. The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine. **Poultry Science**, v.80, p.762-768, 2001.
- HUTAGALUNG, R.I.; JAYALUDIN, S.; CHANG, C.C. Evaluation of agricultural products and by-products as animal feeds. II. Effect of levels of dietary cassava (tapioca) leaf meal and root on performance, digestibility and body composition of broilers. **Malaysian. Agricultural Research**, v.3, p.49-59. 1974.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Geográfico do Recife**, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>> Acesso em: 14 Dez 2010.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 Dez 2010.
- KHAJARERN, S.; HUTANUWATR, N.; KHAJARERN, J.; KITPANIT, N., PHALARAKSH, R; TERAPUNTUWAT, S. The improvement of nutritive and economic value of cassava root products. **Annual Report**, IDRC, Ottawa, Canada. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. 1982.

HOLANDA, M.A.C. Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em ...

KHAJARERN, S.; KHAJARERN, J. Utilization of cassava for animal feed. **Proceeding** of 24th Kasetsart University, Bangkok, Thailand, p.64-72, 1986.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 841p.

LONGO, F. A.; MENTEN J. F. M.; PEDROSO A. A.; FIGUEIREDO A. N.; CALIL A. M. R.; GAIOTTO J. B.; SORBARA J. O. B. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.123-133, 2005.

LOPES, A.M. – **Uso de subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes**. Universidade Federal de Viçosa – Centro de Ciências Agrárias – Departamento de Zootecnia – Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes – zôo 645 - Viçosa, junho de 2003.

LUDKE, J.V.; BERTOL, T.M.; MAZZUCO, H.; LUDKE, M.C.M.M. Uso racional da mandioca e subprodutos na alimentação de aves e suínos. In: **Processamento e utilização da mandioca**. Souza, L.S.; Farias, A.R.N.; Mattos, P.L.P.; Fukuda, W.M.G. (Ed). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap.8, p.299-443, 2005.

MAUST, L.R.; SCOTT, M.L.; POND, W.G. The metabolizable energy of rice bran, cassava flour, and blackeye cowpeas for growing chickens. **Poultry Science**, v.51, p.1397-1401; 1972.

MIRANDA, C.M.; MAIER, J.C.; JIMENEZ, L.M. Efeito da Substituição Parcial do Milho por Farinha de Raiz de Mandioca sobre as Carcaças de Frangos de Corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 27, Campinas, São Paulo., **Anais...** Campinas:SBZ, 1990, p.121.

MULLER, Z.; CHOU, X.C.; NAH, X.C., Cassava as a total substitute for cereals in livestock and poultry rations. **Proceedings** of the 1974. Tropical Products Institute Conference, 1-5 April, p.85-95. 1975.

NASCIMENTO, G.A.J.; FERNANDO GUILHERME PERAZZO COSTA, F.G.P.; AMARANTE JÚNIOR, V.S.; BARROS, L.R. Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final. **Ciência Agrotécnica. Lavras**, v.29, n.1, p.200-207, 2005.

OLSON, D.W.; SUNDE, M.L.; BIRD, H.R. The metabolizable content and feeding value of mandioca meal in diets for chicks. **Poultry Science**, v.48, p.1445-1452. 1969.

PEIXOTO, R.R., MAIER, J.C. **Nutrição e alimentação animal**. 2 ed. Pelotas: UFPel, EDUCAT, UFPel. 1993. 169p.

PIMENTEL, A.C.S.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; RABELLO, C.B.; FREITAS, C.R.G. Substituição parcial do milho e farelo de soja por sorgo e farelo de caroço de algodão extrusado em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.2, p.135-141, 2007.



HOLANDA, M.A.C. Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em ...

RAVINDRAN, V.; RAVINDRAN, G. Changes in the nutritional composition of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves during maturity. **Food Chemistry**, v.27, p.299-309. 1988.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. Tabelas **Brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2 ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SANTOS, A.P.S.F.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; FRAIHA, M.; OLIVEIRA, E.L.; TORRES, T.R.; SANTOS, M.J.B; VILELA, M.R.O.; RABELLO, C.B. Características de carcaça de frangos de corte alimentados com farelo de algodão. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.217, p.15-24. 2008.

SILVA, M.J.; MENEZES, G.P.; OLIVEIRA, M.S.S., PAULA, F.C.de; SANTOS, E.M. Avicultura Alternativa como fonte de renda e melhoria da qualidade de vida nas propriedades de produção familiar. Juiz de Fora: Anais da SOBER, 2003.

SOUZA, A.V.C. **Utilização de farelo de algodão para suínos e aves**. 2003. Disponível em: <[http://www.polinutri.com.br/conteudo\\_dicas\\_janeiro\\_03.htm](http://www.polinutri.com.br/conteudo_dicas_janeiro_03.htm)>. Acesso em: 28 Dez. 2010.

TELES, F.F. Técnicas de liberação do HCN e toxidez cianogênica das mandiocas. **Informe Agropecuário**, n.145, p.18-22, 1987.

TORRES, A.P. **Alimentos e Nutrição das Aves Domésticas**. São Paulo: Nobel. 2 ed. 1979. 324p.

TRINDADE, D.S.; LOPES, J.; OLIVEIRA, S.C.; DEXHEIMER, I.M.; CAVALHEIRO, A.C.L. Substituição parcial do milho pelo sorgo e pela farinha de mandioca em rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.3, n.1, p.13-29, 1974.

YEOH, H.; YRUONG, V. Quantitative analysis of linamarin in cassava using a  $\beta$ -glucosidase electrode. **Food Chemistry**, v.47, p.295-298. 1993.

## **CAPÍTULO I**

### **Composição química e valores energéticos do farelo integral de mandioca e do farelo de algodão determinados com frangos caipiras**

Este capítulo foi elaborado com base nas normas da Revista Brasileira de Zootecnia  
(*Brasilian Journal of Animal Science*)

## **Composição química e valores energéticos do farelo integral de mandioca e do farelo de algodão determinados com frangos caipiras**

**Resumo** - O trabalho objetivou determinar os conteúdos de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) do farelo integral de mandioca (FIM) e do farelo de algodão (FA) com frangos de corte caipiras. Foram utilizados 280 frangos de corte machos da linhagem Label Rouge com 14 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e cinco repetições totalizando 35 unidades experimentais com oito aves cada. Os tratamentos constaram de uma ração referência a base de milho e farelo de soja seguindo as recomendações de Nascimento et al. (2009a,b) para lisina e metionina+cistina e de Mendonça et al. (2007) para energia metabolizável e seis dietas teste com níveis de substituição de 20, 30 e 40% para o FIM e para o FA. O método utilizado foi o de coleta total das excretas e os valores de EMA e EMAn, assim como os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes foram calculados pelas equações descritas por Sakomura & Rostagno (2007). O FIM e o FA apresentaram valores de 2.951 e 2.946 kcal/kg e 1.965 e 1.954 kcal/kg para EMA e EMAn respectivamente.

**Palavras-chave:** Alimentos alternativos, avaliação nutricional, ave caipira, coeficiente de metabolizabilidade, metabolismo

## **Chemical composition and energy value of cassava bran and cottonseed meal for broilers hillbillies**

**Abstract** - The study aims determine the contents of metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen balance (AMEn) of the cassava meal and cottonseed meal with hillbillies broiler. They used 280 male broiler lineage Label Rouge with 14 days old in completely randomized design with seven treatments and five replications, totalizing 35 experimental units with eight birds each. The treatments consisted of reference diet based corn and soybean meal following the recommendations of Nascimento et al. (2009a, b) for lysine and metionine + cistine and Mendonça et al. (2007) for metabolizable energy and six test diets with replacement levels of 20, 30 and 40% for Cassava meal and Cottonseed meal. The method used was the total collection of excreta and the values of AME and AMEn as well metabolizable coefficients of nutrients were calculated by equations described by Sakomura & Rostagno (2007). The Cassava meal and cottonseed meal gave values of 2.951 and 2.946 kcal/kg and 1.965 and 1.954 kcal/kg for AME and AMEn, respectively.

**Keywords:** Alternative food, nutritional evaluation, hillbillies broiler, metabolization coefficient, metabolism

### **Introdução**

A utilização de alimentos alternativos em dietas para aves apresentam grande oscilação, pois mesmo em unidades produtivas de agricultura familiar esses alimentos só são utilizados quando os preços do milho e do farelo de soja encontram-se elevados ao ponto de inviabilizarem economicamente a atividade produtiva

Neste contexto a mandioca e o farelo de algodão aparecem com grande importância visto que podem suprir as necessidades nutricionais dos animais, principalmente para aqueles que, do ponto de vista genético, as práticas de melhoramento ainda não sofreram tanta acurácia.

A metabolizabilidade dos nutrientes contidos nos alimentos depende não só de suas características e composição bromatológica, mas também da espécie e categoria animal com a qual é determinada. Farrel et al. (1997) relatam que as diferenças observadas nos valores de energia metabolizável aparente determinados com galos e com frangos são muito amplas.

Rostagno et al. (2005) relatam valores de energia metabolizável do farelo de algodão determinados com frangos de corte de 1.943 kcal/kg, valores superiores foram observados por Santos et al. (2005) que determinando o conteúdo de energia do farelo de algodão com frangos de corte observaram valores de 3.131 kcal/kg para EMA e 3.095 kcal/kg para EMAn. Carvalho et al. (2010) também trabalhando com farelo de algodão na alimentação de frangos de corte, observaram valores de EMA 1.416 kcal/kg, ficando bem abaixo dos determinados pelos autores acima citados.

Com relação à mandioca Ludke et al. (2005) relatam ser uma boa fonte de energia, devido ao alto nível de carboidratos, propriedades aglutinantes e elevado coeficiente de digestibilidade, sendo porém, pobre em proteína bruta, aminoácidos sulfurados, gordura, ácidos graxos essenciais, vitaminas, minerais e pigmentantes naturais.

O valor da energia metabolizável aparente (EMA) da farinha integral de raspas das raízes de mandioca para aves segundo a literatura varia de 2.870 a 3.493 kcal/kg na matéria seca (Hutagalung et al., 1974; Muller et al., 1975; Fetuga & Oluyemi, 1976; Khajarerern et al., 1982).

Rostagno et al. (2005) descrevem que a raspa integral de raízes da mandioca apresenta 3.621 kcal/kg de energia bruta, 2,47% de proteína bruta, 5,42% fibra bruta, 11,75% de fibra em detergente neutro e 4,27% de fibra em detergente ácido e valores de energia metabolizável aparente para aves de 2.973 kcal de EMA/kg. Resultados semelhantes foram observados por Freitas et al. (2008) que avaliando a farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte obtiveram valores de energia bruta de 3.746 kcal/kg e 2.940

kcal/kg de energia metabolizável aparente.

Longo et al. (2005) determinaram valores de 3.690 kcal/kg para energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficientes de digestibilidade de 97,89% para energia bruta do amido de mandioca determinados com frangos de corte de 14 a 21 dias de idade, afirmando que o amido da mandioca em função da estrutura de suas ligações glicosídicas é mais digestível que o amido do milho.

Como os resultados encontrados na literatura divergem entre si e foram obtidos em sua maioria utilizando frangos de corte industrial, objetivou-se determinar a composição nutricional e os valores de energia do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca com frangos caipiras.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido de acordo com as normas éticas do Comitê de Ética no Uso de Animais da UFRPE (CEUA-UFRPE) e, por esta, aprovado sem restrições.

O experimento foi realizado no período de 12 de dezembro de 2009 a 03 de janeiro de 2010, no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado na cidade do Recife, litoral pernambucano, há uma altitude de 4 m, na latitude 80 04' 03 "s. e longitude 340 55' 00" w. Gr.

Foram alojadas 400 aves da linhagem Label Rouge, machos, com um dia de idade, com peso inicial de aproximadamente 40 g, criados em aviário experimental com piso coberto com cama de maravalha até os 10 dias de idade de acordo com as recomendações do manual da linhagem, e vacinados no incubatório contra as doenças de Mareck, Gumboro e Newcastle.

Aos 10 dias de idade selecionou-se 280 aves pesadas individualmente,

homogeneizadas por peso e distribuídas em gaiolas metabólicas medindo 50 x 50 x 100 cm e para máxima uniformidade das parcelas considerou-se um desvio padrão de mais ou menos 10% do peso médio. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e cinco repetições com oito aves por parcela.

Para a formulação das dietas, os valores nutricionais do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca utilizados, no presente experimento, foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Os tratamentos consistiram de ração referência a base de milho e farelo de soja formulada de acordo com Nascimento et al. (2009a,b) para aminoácidos e Mendonça et al. (2007) para energia metabolizável (Tabela 1), e de seis dietas teste com níveis de substituição de 20, 30 e 40% da ração referência pelo farelo integral de mandioca e pelo farelo de algodão.

Foi utilizado o método de coleta total das excretas, com cinco dias para adaptação às dietas experimentais e cinco dias para coleta de excretas, totalizando dez dias, com término aos 20 dias de idade das aves.

TABELA 1. Composição centesimal, energética e química da ração referência, na matéria natural

| Ingredientes                      | Inclusão (%) |
|-----------------------------------|--------------|
| Milho                             | 55,05        |
| Farelo de soja                    | 25,58        |
| Farelo de trigo                   | 14,75        |
| Calcário                          | 1,82         |
| Fosfato bicálcico                 | 1,40         |
| Sal                               | 0,46         |
| L-Lisina                          | 0,36         |
| DL-Metionina                      | 0,28         |
| Premix vitamínico <sup>1</sup>    | 0,10         |
| Premix mineral <sup>2</sup>       | 0,10         |
| Cloreto de Colina                 | 0,10         |
| Total                             | 100          |
| Composição química                |              |
| Energia metabolizável, Mcal/kg    | 2,75         |
| Proteína bruta, %                 | 19,30        |
| Amido, %                          | 37,75        |
| Cálcio, %                         | 1,16         |
| Fósforo disponível, %             | 0,39         |
| Cloro, %                          | 0,30         |
| Fibra bruta, %                    | 3,90         |
| Lisina digestível, %              | 1,04         |
| Metionina + Cistina digestível, % | 0,74         |
| Metionina digestível, %           | 0,51         |
| Potássio, %                       | 0,75         |
| Sódio, %                          | 0,22         |

<sup>1</sup> Premix Vitamínico (composição por quilo de produto): Ácido Fólico 106,00 mg; Pantotênico 2.490 mg; Antifúngico 5.000 mg; Antioxidante 200 mg; Biotina 21 mg; Coccidiostático 15.000 mg; Colina 118.750 mg; Vitamina K3 525,20 mg; Niacina 7.840 mg; Piridoxina 210 mg; Riboflavina 1.660 mg, Tiamina 360 mg; Vitamina A 2.090.000 UI; Vitamina B12 123.750 mcg; Vitamina D3 525.000UI; Vitamina E 4.175 mg.

<sup>2</sup> Premix Mineral (composição por quilo de produto): Cu 2.000mg; I 190 mg; Mn 18.750 mg; Se 75 mg; Zn 12.500 mg.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, pesados, anotados e armazenados em freezer a -20°C, juntamente com amostras da ração referência, alimentos em teste e dietas de cada tratamento. Ao final do período de coleta, foram descongeladas, reunidas por repetição, homogeneizadas e retiradas alíquotas de 500 g, levadas à estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 55°C por 48 horas e, posteriormente, moídas em moinho faca para futuras análises.

Foram registradas as quantidades de rações teste ingeridas por unidade experimental para a determinação dos valores de proteína bruta, extrato etéreo, matéria seca, material



mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e fibra bruta, bem como, a matéria seca e o nitrogênio das excretas, segundo metodologias descritas pela Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 1995).

Os valores de energia bruta das excretas, dos alimentos, da ração referência e das dietas teste foram realizadas em bomba calorimétrica, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram observadas e anotadas diariamente às 9h00min. e às 16h00min. utilizando-se um termo-higrômetro digital.

Os cálculos para determinação dos valores de metabolizabilidade dos nutrientes e da energia bruta foram realizados pelas fórmulas descritas por Sakomura & Rostagno (2007).

Todos os dados observados foram submetidos a análises de regressão usando o programa computacional Statistics Analysis System (SAS, 2001) em função dos níveis de substituição da dieta referência pelo farelo integral de raízes de mandioca e pelo farelo de algodão. A significância foi observada utilizando-se o teste de Fisher a 5% de probabilidade.

## **Resultados e Discussão**

Foram observadas temperaturas médias de 31 e 23°C, para máxima e mínima, com umidade relativa do ar oscilando entre 76 e 63%, respectivamente.

Os valores da composição nutricional do farelo integral de raízes de mandioca e do farelo de algodão observados neste experimento são apresentados na Tabela 2 e foram semelhantes aos descritos por Brumano et al. (2006), Freitas et al. (2008) e Cunha (2009).

TABELA 2. Composição nutricional do farelo integral de mandioca e do farelo de algodão utilizado nas dietas experimentais

| Item                          | Farelo integral de mandioca | Farelo de algodão |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Matéria seca, %               | 80,53                       | 93,0              |
| Matéria orgânica, %           | 87,28                       | 82,01             |
| Proteína bruta, %             | 2,14                        | 38,64             |
| Extrato etéreo, %             | 0,25                        | 12,00             |
| Fibra bruta, %                | 3,32                        | 14,00             |
| Fibra em detergente neutro, % | 6,89                        | 28,10             |
| Fibra em detergente ácido, %  | 4,15                        | 17,30             |
| Cinzas, %                     | 1,65                        | 7,70              |
| Energia bruta, kcal/kg        | 3.640                       | 4.126             |

Os valores estimados obtidos para energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) foram 2.951,02 e 2.945,6 kcal/kg respectivamente, obtidos através da análise de regressão (Tabela 3), mostram que houve aumento linear de 27,93 kcal/kg para EMA e EMAn para cada 1% de substituição da dieta referência pelo farelo integral de mandioca, determinados pelas equações  $\hat{Y} = 157,52 + 27,93X$  ( $R^2 = 0,98$ ) e  $\hat{Y} = 152,6 + 27,93X$  ( $R^2 = 0,98$ ).

Os valores estimados para energia metabolizável aparente do farelo integral de mandioca deste experimento corroboram com os resultados relatados por Rostagno et al. (2005) e por Freitas et al. (2008) que avaliando a farinha de varredura de mandioca com frangos de corte determinaram valores para EMA de 2.940 kcal/kg e superiores aos observados por Ramos et al. (2008) que avaliando o conteúdo de energia metabolizável aparente do farelo de raízes de mandioca com frangos de corte em duas fases (inicial e crescimento) determinaram valores de 1.921 e 2.430 kcal/kg, respectivamente.

TABELA 3. Médias, coeficientes de variação (CV), nível de significância (P\*) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) da energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta, da proteína bruta e da matéria seca do farelo integral de mandioca em função dos níveis de substituição

| Nutrientes    | Níveis de substituição (%) |        |        | CV    | P*   | DPM    |
|---------------|----------------------------|--------|--------|-------|------|--------|
|               | 20                         | 30     | 40     |       |      |        |
| EMA, kcal/kg  | 682,7                      | 1062,6 | 1241,4 | 10,00 | 0,01 | 368,06 |
| EMAn, kcal/kg | 677,8                      | 1057,3 | 1236,4 | 10,20 | 0,01 | 369,02 |
| CMEB, %       | 18,75                      | 29,19  | 34,10  | 13,20 | 0,04 | 7,42   |
| CMPB, %       | 7,87                       | 12,86  | 20,15  | 4,06  | 0,03 | 5,53   |
| CMMS, %       | 8,68                       | 17,7   | 29,10  | 5,70  | 0,04 | 1,94   |

Os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta nos níveis determinados apresentaram efeito linear crescente com aumento de 0,77% para cada 1% de aumento na substituição da ração referência pelo farelo integral de mandioca, estimando o coeficiente de metabolizabilidade em 81,07% pela equação  $\hat{Y} = 0,7675X + 4,3217$  ( $R^2 = 0,96$ ). Esses resultados são superiores aos determinados por Ramos et al. (2008) e semelhantes aos observados por Cunha (2009) que avaliando a utilização da mandioca em dietas para codornas determinaram coeficientes de digestibilidade da energia bruta de 78,9%.

Os coeficientes de metabolizabilidade observados para proteína bruta e matéria seca do farelo integral de mandioca apresentaram aumento linear de 0,61 e 1,021%, respectivamente para cada 1% de aumento na substituição da ração referência pelo farelo integral de mandioca, com valores estimados de 56,60 e 89,96% pelas equações  $\hat{Y} = 0,614X - 4,7933$  ( $R^2 = 0,96$ ) e  $\hat{Y} = 1,021X - 12,137$  ( $R^2 = 0,95$ ), respectivamente.

A substituição de parte da ração referência pelo alimento teste provoca desbalanceamento da ração ofertada aos animais e como o farelo integral de raízes de mandioca é pobre em proteína bruta (2,14%), o nível de proteína das dietas ofertadas foi diminuindo linearmente. Dessa forma, as aves possivelmente aumentaram o metabolismo protéico aproveitando melhor a menor quantidade de proteína contida nas dietas teste para atendimento de suas necessidades nutricionais.

O aumento na metabolizabilidade da matéria seca, provavelmente ocorreu em função da diminuição na concentração de nutrientes das dietas testes, deste modo as aves na busca de atenderem suas necessidades nutricionais aproveitaram melhor os nutrientes contidos nas dietas, ainda que as aves na fase inicial não consigam digerir adequadamente os conteúdos fibrosos dos alimentos em função da baixa atividade enzimática sobre os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) contidos no farelo integral de mandioca.

Os PNA's são capazes de se ligarem a grande quantidade de água, aumentando a viscosidade no lúmen intestinal, prejudicando a ação das enzimas digestivas do organismo sobre o bolo alimentar, na difusão dos nutrientes e suas interações com a mucosa intestinal (Rosa & Uttpatel, 2007).

Os valores estimados de 1.965,17 para EMA e 1.956,67 para EMAn do farelo de algodão apresentaram efeitos lineares crescentes com aumentos de 14,75 kcal/kg, respectivamente, para cada ponto percentual de aumento na substituição da ração referência pelo farelo de algodão determinados pelas equações  $\hat{Y} = 14,75X + 490,17$  ( $R^2 = 0,99$ ) e  $\hat{Y} = 14,75X + 486,67$  ( $R^2 = 0,99$ ), respectivamente, são semelhantes aos descritos por Rostagno et al. (2005) e superiores aos observados por Carvalho et al. (2010) que determinando valores de EMA do farelo de algodão de alta energia com frangos de corte, observaram valores de 1.416 kcal/kg, Tabela 4.

TABELA 4. Médias, coeficientes de variação, nível de significância, e desvio padrão médio da EMA e EMAn, coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta, proteína bruta e da matéria seca do farelo de algodão em função dos níveis de substituição

| Nutrientes                 | Níveis de substituição (%) |        |          | CV    | P*   | DPM    |
|----------------------------|----------------------------|--------|----------|-------|------|--------|
|                            | 20                         | 30     | 40       |       |      |        |
| EMA, kcal/kg <sup>1</sup>  | 784,00                     | 935,00 | 1.079,00 | 10,80 | 0,02 | 208,61 |
| EMAn, kcal/kg <sup>1</sup> | 779,00                     | 931,00 | 1.073,00 | 11,00 | 0,02 | 206,61 |
| CMEB, % <sup>1</sup>       | 19,00                      | 22,66  | 26,15    | 9,89  | 0,04 | 3,52   |
| CMPB, % <sup>2</sup>       | 9,66                       | 18,13  | 20,78    | 6,70  | 0,01 | 5,02   |
| CMMS, % <sup>2</sup>       | 37,25                      | 44,35  | 42,27    | 5,70  | 0,01 | 4,08   |

O coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta apresentou aumento linear de 0,36 pontos percentuais para cada 1% de aumento no nível de substituição da dieta referência pelo farelo de algodão, estimando um percentual de metabolizabilidade de 47,63% através da equação  $\hat{Y} = 11,88 + 0,3575X$  ( $R^2 = 0,99$ ), semelhante ao estimado pelos dados de Brumano et al. (2006) que avaliando valores de energia metabolizável de diversos alimentos determinaram valores para energia bruta de 4.185 kcal/kg, para EMA de 1.965 kcal/kg e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta de 46,95%.

Os coeficientes de metabolizabilidade para proteína bruta de 55,11% e para matéria seca de 45,63% apresentaram efeitos lineares com aumentos de 0,56 e 0,47% para cada 1% de aumento na substituição da ração referência pelo farelo de algodão, estimados pela pelas equações  $\hat{Y} = 0,5561X - 0,4937$  ( $R^2 = 0,91$ ) e  $\hat{Y} = 0,4725X - 1,6183$  ( $R^2 = 0,98$ ), respectivamente.

Francesch (1996) relata que o aumento na quantidade de material não digerido na porção distal do intestino delgado ajuda as bactérias a se multiplicarem e migrarem para porções mais altas do intestino delgado, o que pode implicar em aumento na digestão de nutrientes e absorção de metabólitos.

### **Conclusões**

Os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, determinados com frangos caipiras, para o farelo integral de mandioca foram de 2.951 e 2.946 kcal/kg e para o farelo de algodão de 1.965 e de 1.954 kcal/kg, respectivamente.

## **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE por ter garantido a execução desta pesquisa.

Ao empresário Rildo Roque Ferraz, proprietário da Avícola Ferraz e às empresas Polinutri Alimentos Ltda e Uniaves Ltda.

## Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**, 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, et al.. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- CARVALHO, C.B.; DUTRA JUNIOR, W.M.; et al. Avaliação nutricional do farelo de algodão de alta energia no desempenho produtivo e características de carcaças de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.40, n.5, 2010.
- CUNHA, F.S.A. **Avaliação da Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e Subprodutos na Alimentação de Codornas (*Coturnix japonica*)**. 2009. 98f Tese (Doutorado em zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- FARRELL, D.J.; SMULDERS, A.; MANNION, P.F.; et al. The effective energy of six poultry diets measured in young and adult birds. In Energy Metabolism of Farm Animals. K. J. McCracken, E. F. Unsworth and A. R. G. Wylie, ed. Pages 371–374, in **Proceeding**. 14th Symposium Energy Metabolizable. Newcastle, Co. Down, Northern Ireland, 1997.
- FETUGA, S.L; OLUYEMI, J.A. The metabolizable energy of some tropical tuber meals for chicks. **Poultry Science**, v.55, p.868-873, 1976.
- FRANCESCH, M. **Bases de la utilizacion de complejos enzimaticos en aviculture**. In: AVANCES EN NUTRICION Y ALIMENTACION ANIMAL. Madrid: FEDNA, p.119-131, 1996.
- FREITAS, C.R.G.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; et al. Inclusão da farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte, **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, n.2, p.155-163, 2008.
- HUTAGALUNG, R.I.; JAYALUDIN, S.; CHANG, C.C. Evaluation of agricultural products and by-products as animal feeds. II. Effect of levels of dietary cassava (tapioca) leaf meal and root on performance, digestibility and body composition of broilers. **Malaysian. Agricultural Research**, v.3, p.49-59. 1974.
- KHAJARERN, S.; HUTANUWATR, N.; KHAJARERN, J.; et al. The improvement of nutritive and economic value of cassava root products. Annual Report, IDRC, Ottawa, Canada. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. 1982.
- LONGO, F.A.; MENTEN, J.F.M.; PEDROSO, A.A.; et al. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p. 123-133, 2005.

- LUDKE, J.V.; BERTOL, T.M.; MAZZUCO, H.; et al. Uso racional da mandioca e subprodutos na alimentação de aves e suínos. In: **Processamento e utilização da mandioca**. Souza, L.S.; Farias, A.R.N.; Mattos, P.L.P.; Fukuda, W.M.G. (Ed). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap.8, p.299-443, 2005.
- MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R.; et al. Níveis de energia metabolizável e relações energia:proteína para aves de corte de crescimento lento criadas em sistema semiconfinado. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.23-30, 2007.
- MULLER, Z.; CHOU, X.C.; NAH, X.C. Cassava as a total substitute for cereals in livestock and poultry rations. **Proceedings of the 1974. Tropical Products Institute Conference**, 1-5 April, p.85-95. 1975.
- NASCIMENTO, D.C.N.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; et al. Exigências de metionina + cistina digestível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.869-878, 2009a.
- NASCIMENTO, D.C.N.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; et al. Exigências de lisina digestível para aves de corte da linhagem ISA Label criadas em semiconfinamento, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1128-1138, 2009b.
- RAMOS, L.S.N.; FERREIRA, L.V.; FILHO, O.V.C.B.; et al. Metabolizabilidade aparente da proteína e da energia do farelo da raiz de mandioca para frangos de corte nas fases inicial e crescimento, In: I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2008. Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2008.
- ROSA, A.P.; UTTAPATEL, R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. IN. VIII simpósio Brasil sul de avicultura, 2007, Chapecó. **Anais...**, Chapecó, p.102-115. Embrapa Suínos e Aves, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005. 141p.
- SAKOMURA N.K.; ROSTAGNO H.S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**, 1 ed., Jaboticabal. Funep. 2007. 283p.
- SANTOS, M.J.B.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; et al. Efeito do processamento do farelo de algodão sobre a composição nutricional e valor de energia metabolizável para frangos de corte. In: ZOOTECA 2005 – Produção Animal e Responsabilidade. Campo Grande-MS (CD ROOM), 2005.
- SAS-Statistics Analysis System. **User's guide**: statistics: version 8. Cary: SAS, 2001.



## **CAPÍTULO II**

### **Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão em dietas para frangos caipiras**

Este capítulo foi elaborado com base nas normas da Revista Brasileira de Zootecnia  
(*Brasilian Journal of Animal Science*)

## **Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão em dietas para frangos caipiras**

**Resumo** - O trabalho objetivou avaliar o desempenho, as características de carcaça de frangos caipiras e a viabilidade econômica da utilização do farelo de algodão em substituição a proteína do farelo de soja nos níveis 0,0; 25,0; 50,0; 75,0 e 100%. Foram utilizados 200 pintainhos machos da linhagem Label Rouge, com 14 dias de idade, com peso médio inicial de 260 gramas distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, contendo oito aves por parcela. Os parâmetros avaliados foram o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, custo da alimentação, renda bruta, margem bruta e rentabilidade. Aos 84 dias foram abatidos dois frangos por parcela (com  $\pm 5\%$  do peso médio da parcela) para avaliação do rendimento de carcaça, dos cortes (asa, peito, coxa, sobrecoxa, dorso e gordura abdominal) e vísceras comestíveis (fígado, coração e moela) e calcular as porcentagens dos cortes, da gordura e das vísceras em relação ao peso vivo e da carcaça. A substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão pode ser feita em até 38% sem causar prejuízo no ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. O aumento dos níveis de inclusão do farelo de algodão altera o rendimento dos cortes da carcaça (asas, dorso, peito, coxas, sobrecoxas e gordura abdominal), porém níveis de substituição de até 42,93% não causam prejuízo ao ganho econômico da produção de frangos caipiras.

**Palavras chaves:** alimento alternativo, aves caipiras, avaliação econômica, desempenho zootécnico

## **Replacement of soybean meal protein by protein cottonseed meal in diets for broilers hillbillies**

**Abstract** - The study aims evaluate the performance, carcass characteristics of broilers hillbillies and economic feasibility of the use of cottonseed meal to replace soybean protein at 0.0, 25.0, 50.0, 75.0 and 100 %. Was used 200 male broilers lineage Label Rouge, 14 days old, with average initial weight of 260 grams distributed in a completely randomized design with five treatments and five replications of eight birds per pen. The parameters evaluated were feed intake, weight gain, feed conversion, feed cost, gross income, gross margin and profitability. At 84 days they were slaughtered two chickens per pen ( $\pm 5\%$  with an average weight of the parcel) for evaluation of carcass yield, cuts (wing, breast, drumstick, thigh, back, abdominal fat) and edible offal (liver, heart and gizzard) and calculating the percentage of cuts, fat and viscera in relation to body weight and carcass. The replacement of protein soybean meal from protein cottonseed meal can be made by 38% without adversely affecting weight gain, feed intake and feed conversion. The increased levels of inclusion of cottonseed meal alters the yield of carcass cuts (wings, back, chest, thigh, drumstick and abdominal fat), but replacement levels of up to 42.93% did not adversely affect the economic gain in production broilers hillbillies.

**Key words:** alternative food, redneck birds, economic evaluation, animal performance

### **Introdução**

A cultura do algodão tem grande destaque mundial e importância econômica por fornecer matéria prima a setores necessários para a população como vestuário, produtos farmacêuticos, produtos para alimentação humana e animal. O produto principal da cotonicultura é a fibra de algodão, tendo a semente grande importância na fabricação do óleo de algodão bem como o farelo ou torta, extraído da semente e fornecido *in natura* ou extrusados na alimentação animal. A cada 100 kg de algodão em pluma resulta na produção de 26,23 kg de farelo (Lopes, 2003).

De acordo com o IBGE (2008), o Brasil produziu 2,4 milhões de toneladas de algodão em caroço, sendo o nordeste responsável por 773,8 mil toneladas, o que representa uma produção estimada de aproximadamente 624 mil toneladas de farelo e ou torta de algodão, disponíveis para utilização na alimentação animal.

O farelo de algodão é um subproduto da industrialização do algodão, obtido a partir do caroço descortificado após extração do óleo por solvente e moagem fina (Butolo, 2002).

A semente, coberta com línter é rica em óleo, contém em média 60% de caroço e 40% de fibra. A amêndoa liberada com a quebra das cascas possui em média 30 a 40% de proteínas e de 35 a 40% de lipídios (Embrapa, 2003).

Torres (1989) relata que o farelo de algodão ocupa o terceiro lugar em importância quer pela disponibilidade quer pela qualidade da proteína e Souza (2003) comenta que o farelo de algodão é o terceiro mais produzido no mundo perdendo apenas para a soja e canola.

Entretanto, os estudos sobre as características nutricionais do farelo de algodão produzidos no Brasil são bastante escassos, atualmente as pesquisas com farelo de algodão na alimentação de não-ruminantes, como fonte protéica, tem despertado muito interesse entre os pesquisadores, que estão realizando uma revisão mais ampla sobre a utilização do farelo e seus efeitos sobre o desempenho zootécnico dos animais.

Ezequiel (2002) cita que a proteína do farelo de algodão varia de 38 a 44%, sendo no Brasil a industrialização em maior escala o de 38%, no entanto, Brito et al. (2004) determinaram valores de 40,5% e 11,9% para proteína e fibra bruta, respectivamente.

Em geral, o farelo de algodão, citado nas diversas tabelas de composição de alimentos apresentam valores que variam de 28 a 40% para proteína bruta e de 7 a 12% de fibra bruta, sendo o conteúdo de aminoácidos satisfatório, muito próximos do farelo de soja, observando-se valores menores para a lisina (Peixoto & Maier, 1993), contudo, as tabelas

brasileiras de composição de alimentos, relatam a composição aminoacídica do farelo de algodão inferior ao farelo de soja para todos os aminoácidos, com exceção da arginina.

Henry et al. (2001) observaram problemas de baixa deposição de proteína muscular relacionados com o teor de lisina em dietas de frangos de corte alimentados com dietas contendo FA, que podem ser facilmente solucionados com a adição de lisina industrial na dieta, da mesma forma, Azman & Ylmaz (2005) concluíram que o farelo de algodão, com suplementação adequada de lisina, pode ser incorporado a dietas iniciais sem perda de desempenho.

Watkins et al. (2002) avaliando níveis de inclusão de farelo de algodão de 45% de proteína bruta em dietas para frangos de corte associado a altos níveis de energia, verificaram que o farelo de algodão poderia ser incluído as rações em até 30% associados a níveis de energia da dieta de 3.100 kcal/kg, sem afetar o ganho de peso, consumo de ração e mortalidade das aves, no entanto a conversão alimentar foi prejudicada. Gamboa et al. (2001), observaram que a inclusão de até 21% de farelo de algodão de 45% as dietas, observando os níveis de aminoácidos digestíveis, não ocasionou perda no desempenho das aves.

Pimentel et al. (2007) avaliando a substituição parcial da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão adicionado de sulfato ferroso, em dietas para frangos de corte, observaram que o farelo de algodão substituiu a proteína do farelo de soja no nível de até 19,41% sem afetar o desempenho zootécnico das aves.

Carvalho et al. (2010) trabalhando com farelo de algodão na alimentação de frangos de corte, obtiveram valores de energia metabolizável aparente de 1.416 kcal/kg e concluíram que sua utilização em rações para frangos de corte baseada em aminoácidos digestíveis pode ser feita em 12% sem afetar o desempenho zootécnico dos animais.

Huang et al. (2005) relatam que os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos

arginina e lisina no farelo de algodão aumentou quando foram determinados com aves na fase de crescimento onde o trato digestório da ave encontra-se do ponto de vista fisiológico mais maduro, Mushtaq et al. (2008) concluíram que a inclusão de 30% do farelo de algodão em dietas para frangos de corte causou diminuição na digestibilidade da lisina, no ganho de peso, piorou a conversão alimentar e o rendimento de carne de peito nas aves foi reduzido.

Os relatos da literatura são do uso desse ingrediente basicamente na alimentação de frangos de corte tipo industrial, entretanto, quase não existem relatos com relação ao uso desses ingredientes na alimentação de frangos caipiras. Assim, objetivou-se avaliar a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão em dietas para frangos caipiras e sua repercussão sobre o desempenho e rendimento de carcaça dos animais, no período de 14 a 84 dias de idade, assim como avaliar o ganho econômico obtido com essa substituição.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido de acordo com as normas éticas do Comitê de Ética no Uso de Animais da UFRPE (CEUA-UFRPE) e, por esta, aprovado sem restrições.

O experimento foi realizado no período de 12 de dezembro de 2009 a 06 de março de 2010, no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Foram alojadas 200 aves da linhagem Label Rouge, machos, com um dia de idade, com peso inicial de aproximadamente 40 g, criados até os 14 dias de idade de acordo com as recomendações do manual da linhagem, vacinados no incubatório contra as doenças de Marek, Gumboro e Newcastle, sendo revacinados para essas mesmas doenças aos 21 dias de idade, via água de bebida, e vacinados contra Bouba por traspasse da membrana da asa.

Aos 14 dias de idade as aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições com oito aves por parcela, totalizando 200 aves em 25 unidades experimentais. As aves foram pesadas individualmente, homogeneizadas e distribuídas nas parcelas para máxima uniformidade considerando um desvio padrão de  $\pm 10\%$  do peso médio.

O aquecimento das aves, nos primeiros dias, foi proporcionado por uma lâmpada incandescente de 100 W, como fonte de calor durante os 12 primeiros dias de vida da ave. A temperatura foi controlada de acordo com o comportamento dos pintos sob a lâmpada, regulando-se tanto a altura das lâmpadas incandescentes, quanto o manejo de cortinas, principalmente, nos primeiros dias de vida das aves. Por todo o período experimental a iluminação foi de 24 horas diárias (natural + artificial) e as aves mantidas confinadas sem acesso a piquetes, com manejo semelhante ao empregado na criação de frangos industriais.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram observadas e anotadas diariamente às 9h00min e às 16h00min utilizando-se um termo-higrômetro digital, obtendo-se médias de 34 e 23°C, máxima e mínima, com umidade relativa do ar oscilando entre 76 e 63%, respectivamente.

Para a formulação das dietas, os valores nutricionais do farelo de algodão utilizado no presente experimento (Tabela 1), foram analisados segundo a metodologia descrita pela Association and Analytical Chemist (AOAC, 1995) e a energia bruta do ingrediente determinada em bomba calorimétrica, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE.

TABELA 1. Caracterização nutricional do farelo de algodão analisado e utilizado nas dietas experimentais

| Item                           | Valor (%) |
|--------------------------------|-----------|
| Matéria seca                   | 93,00     |
| Matéria orgânica               | 82,01     |
| Proteína bruta                 | 38,64     |
| Extrato etéreo                 | 12,00     |
| Fibra bruta                    | 14,00     |
| Fibra em detergente neutro     | 28,10     |
| Fibra em detergente ácido      | 17,30     |
| Cinzas                         | 7,70      |
| Energia bruta, kcal/kg         | 4.126     |
| Energia metabolizável, kcal/kg | 1.965     |

Foram formuladas cinco dietas experimentais, isoprotéicas e isoenergéticas segundo as recomendações de Nascimento et al. (2009a,b) para aminoácidos e de Mendonça et al. (2007) para energia metabolizável. Os tratamentos constaram de uma dieta referência a base de milho e farelo de soja e quatro dietas teste visando à substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão em níveis crescentes de 25, 50, 75 e 100%.

O programa de alimentação adotado contemplou quatro fases: de um a 13 dias (pré-inicial); de 14 a 28 dias com 19,3% PB e 2.750 kcal/kg (inicial); de 29 a 56 dias com 19,5% PB e 2.850 kcal/kg (crescimento); e de 57 a 84 dias com 18% PB e 3.100 kcal/kg (final), conforme Tabelas 2, 3 e 4.

Embora o programa de alimentação tenha começado na fase pré-inicial, o experimento só teve início aos 14 dias de idade das aves, quando se iniciou o fornecimento das dietas experimentais.



TABELA 2. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 14 a 28 dias de idade, na matéria natural

| Ingredientes                      | Níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão (%) |        |        |        |        |
|-----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
|                                   | 0   | 25     | 50     | 75     | 100    |
| Milho                             | 55,050  | 55,990 | 56,950 | 57,910 | 58,870 |
| Farelo de soja                    | 25,580  | 19,200 | 12,790 | 6,395  | 0,000  |
| Farelo de algodão                 | 0,000   | 8,346  | 16,660 | 24,990 | 33,320 |
| Farelo de trigo                   | 14,750  | 11,848 | 8,966  | 6,064  | 3,151  |
| Calcário                          | 1,820   | 1,800  | 1,800  | 1,790  | 1,790  |
| Fosfato bicálcico                 | 1,400   | 1,348  | 1,297  | 1,246  | 1,195  |
| Sal                               | 0,456   | 0,469  | 0,483  | 0,496  | 0,510  |
| L-Lisina                          | 0,364   | 0,434  | 0,504  | 0,574  | 0,644  |
| DL-Metionina                      | 0,280   | 0,265  | 0,250  | 0,235  | 0,220  |
| Premix Vitaminico <sup>1</sup>    | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Premix Mineral <sup>2</sup>       | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Cloreto de Colina                 | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Total                             | 100   | 100    | 100    | 100    | 100    |
| Composição Química                |   |        |        |        |        |
| Energia metabolizável, Mcal       | 2,750   | 2,750  | 2,750  | 2,750  | 2,750  |
| Proteína bruta, %                 | 19,300  | 19,300 | 19,300 | 19,300 | 19,300 |
| Proteína bruta analisada, %       | 20,600  | 20,720 | 20,420 | 20,700 | 20,460 |
| Amido, %                          | 37,750  | 37,810 | 37,880 | 37,945 | 38,010 |
| Cálcio, %                         | 1,160   | 1,160  | 1,160  | 1,160  | 1,160  |
| Fósforo disponível, %             | 0,394   | 0,394  | 0,394  | 0,394  | 0,394  |
| Cloro, %                          | 0,302   | 0,313  | 0,324  | 0,335  | 0,347  |
| Fibra bruta, %                    | 3,900   | 4,440  | 4,990  | 5,540  | 6,090  |
| Lisina digestível, %              | 1,041   | 1,041  | 1,041  | 1,041  | 1,041  |
| Metionina + Cistina digestível, % | 0,740   | 0,740  | 0,740  | 0,740  | 0,740  |
| Metionina digestível, %           | 0,512   | 0,501  | 0,490  | 0,479  | 0,469  |
| Potássio, %                       | 0,748   | 0,722  | 0,697  | 0,672  | 0,647  |
| Sódio, %                          | 0,221   | 0,221  | 0,221  | 0,221  | 0,221  |
| Custo das rações R\$/kg           | 0,864   | 0,819  | 0,773  | 0,727  | 0,681  |

<sup>1</sup> Premix Vitaminico (composição por quilo de produto): Ácido Fólico 106,00 mg; Pantotênico 2.490 mg; Antifúngico 5.000 mg; Antioxidante 200 mg; Biotina 21 mg; Coccidiostático 15.000 mg; Colina 118.750 mg; Vitamina K3 525,20 mg; Niacina 7.840 mg; Piridoxina 210 mg; Riboflavina 1.660 mg, Tiamina 360 mg; Vitamina A 2.090.000 UI; Vitamina B12 123.750 mcg; Vitamina D3 525.000UI; Vitamina E 4.175 mg.

<sup>2</sup> Premix Mineral (composição por quilo de produto): Cu 2.000mg; I 190 mg; Mn 18.750 mg; Se 75 mg; Zn 12.500 mg.

TABELA 3. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 29 a 56 dias de idade, na matéria natural

| Ingredientes                      | Níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão (%) |        |        |        |        |
|-----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
|                                   | 0   | 25     | 50     | 75     | 100    |
| Milho                             | 59,580  | 59,930 | 60,290 | 60,640 | 61,634 |
| Farelo de soja                    | 27,250  | 20,44  | 13,620 | 6,810  | 0,000  |
| Farelo de algodão                 | 0,000   | 8,730  | 17,470 | 26,210 | 34,940 |
| Farelo de trigo                   | 9,841   | 7,717  | 5,248  | 2,952  | 0,000  |
| Calcário                          | 0,940   | 0,940  | 0,940  | 0,940  | 0,940  |
| Fosfato bicálcico                 | 1,200   | 1,140  | 1,080  | 1,020  | 0,970  |
| Sal                               | 0,410   | 0,425  | 0,440  | 0,450  | 0,470  |
| L-Lisina                          | 0,253   | 0,332  | 0,411  | 0,490  | 0,570  |
| DL-Metionina                      | 0,226   | 0,213  | 0,201  | 0,188  | 0,176  |
| Premix Vitaminico <sup>1</sup>    | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Premix Mineral <sup>2</sup>       | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Cloreto de Colina                 | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Total                             | 100   | 100    | 100    | 100    | 100    |
| <b>Composição Química</b>         |   |        |        |        |        |
| Energia metabolizável, Mcal       | 2,850   | 2,850  | 2,850  | 2,850  | 2,850  |
| Proteína bruta, %                 | 19,500  | 19,500 | 19,500 | 19,500 | 19,500 |
| Proteína bruta analisada, %       | 20,800  | 20,600 | 20,630 | 20,460 | 20,480 |
| Amido, %                          | 40,800  | 40,450 | 40,100 | 39,750 | 39,400 |
| Cálcio, %                         | 0,780   | 0,780  | 0,780  | 0,780  | 0,780  |
| Fósforo disponível, %             | 0,350   | 0,350  | 0,350  | 0,350  | 0,350  |
| Cloro, %                          | 0,270   | 0,280  | 0,290  | 0,300  | 0,320  |
| Fibra bruta, %                    | 3,640   | 4,250  | 4,860  | 5,470  | 6,090  |
| Lisina digestível, %              | 1,000   | 1,000  | 1,000  | 1,000  | 1,000  |
| Metionina + Cistina digestível, % | 0,720   | 0,720  | 0,720  | 0,720  | 0,720  |
| Metionina digestível, %           | 0,476   | 0,466  | 0,457  | 0,447  | 0,438  |
| Potássio, %                       | 0,754   | 0,728  | 0,702  | 0,676  | 0,650  |
| Sódio, %                          | 0,203   | 0,203  | 0,203  | 0,203  | 0,203  |
| Custo das rações R\$/kg           | 0,865   | 0,818  | 0,769  | 0,721  | 0,673  |

<sup>1</sup> Premix Vitaminico (composição por quilo de produto): Ác. Fólico 106 mg; Pantotênico 2.490 mg; Antifúngico 5.000 mg; Antioxidante 200 mg; Biotina 21 mg; Coccidiostático 15.000 mg; Colina 118.750 mg; Vitamina K3 525,20 mg; Niacina 7.840 mg; Piridoxina 210 mg; Riboflavina 1.660 mg; Tiamina 360 mg; Vitamina A 2.090.000 UI; Vitamina B12 123.750 mcg; Vitamina D3 525.000 UI; Vitamina E 4.175 mg.

<sup>2</sup> Premix Mineral (composição por quilo de produto): Cu 2.000 mg; I 190 mg; Mn 18.750 mg; Se 75 mg; Zn 12.500 mg.

TABELA 4. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 57 a 84 dias de idade, na matéria natural

| Ingredientes                      | Níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão (%) |        |        |        |        |
|-----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
|                                   | 0   | 25     | 50     | 75     | 100    |
| Milho                             | 62,230  | 63,000 | 63,770 | 64,530 | 65,300 |
| Farelo de soja                    | 20,350  | 15,260 | 10,180 | 5,090  | 0,000  |
| Farelo de algodão                 | 0,000   | 6,750  | 13,500 | 20,250 | 26,770 |
| Farelo de trigo                   | 9,580   | 7,121  | 4,655  | 2,225  | 0,000  |
| Calcário                          | 0,820   | 0,815  | 0,810  | 0,805  | 0,800  |
| Fosfato bicálcico                 | 1,130   | 1,090  | 1,050  | 1,005  | 0,964  |
| Sal                               | 0,340   | 0,350  | 0,360  | 0,370  | 0,380  |
| L-Lisina                          | 0,150   | 0,207  | 0,261  | 0,314  | 0,368  |
| DL-Metionina                      | 0,310   | 0,297  | 0,284  | 0,271  | 0,258  |
| Premix Vitaminico <sup>1</sup>    | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Premix Mineral <sup>2</sup>       | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Cloreto de Colina                 | 0,100   | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Óleo                              | 4,790   | 4,810  | 4,830  | 4,840  | 4,860  |
| Total                             | 100   | 100    | 100    | 100    | 100    |
| <b>Composição Química</b>         |   |        |        |        |        |
| Energia metabolizável, Mcal       | 3,100   | 3,100  | 3,100  | 3,100  | 3,100  |
| Proteína bruta, %                 | 18,000  | 18,000 | 18,000 | 18,000 | 18,000 |
| Proteína bruta analisada, %       | 18,400  | 18,800 | 18,440 | 18,800 | 18,200 |
| Amido, %                          | 41,520  | 41,116 | 41,331 | 41,545 | 41,760 |
| Cálcio, %                         | 0,690   | 0,690  | 0,690  | 0,690  | 0,690  |
| Fósforo disponível, %             | 0,325   | 0,325  | 0,325  | 0,325  | 0,325  |
| Cloro, %                          | 0,233   | 0,242  | 0,251  | 0,260  | 0,270  |
| Fibra bruta, %                    | 3,320   | 3,750  | 4,180  | 4,610  | 5,040  |
| Lisina digestível, %              | 0,760   | 0,760  | 0,760  | 0,760  | 0,760  |
| Metionina + Cistina digestível, % | 0,756   | 0,756  | 0,756  | 0,756  | 0,756  |
| Metionina digestível, %           | 0,522   | 0,467  | 0,411  | 0,356  | 0,300  |
| Sódio, %                          | 0,170   | 0,170  | 0,170  | 0,170  | 0,170  |
| Custo das rações R\$/kg           | 0,761   | 0,723  | 0,688  | 0,651  | 0,615  |

<sup>1</sup> Premix Vitaminico (composição por quilo de produto): Ác. Fólico 106 mg; Pantotênico 2.490 mg; Antifúngico 5.000 mg; Antioxidante 200 mg; Biotina 21 mg; Coccidiostático 15.000 mg; Colina 118.750 mg; Vitamina K3 525,20 mg; Niacina 7.840 mg; Piridoxina 210 mg; Riboflavina 1.660 mg; Tiamina 360 mg., Vitamina A 2.090.000 UI; Vitamina B12 123.750 mcg; Vit. D3 525.000 UI; Vitamina E 4.175 mg.

<sup>2</sup> Premix Mineral (composição por quilo de produto): Cu 2.000mg, I 190mg, Mn 18.750mg, Se 75mg, Zn 12.500mg.

O fornecimento de água e ração foi à vontade, sendo realizadas pesagens a cada sete dias. Assim também foram pesadas as aves e as sobras de ração para cada parcela experimental, com registros de mortalidade, quando ocorridos, para correção dos valores do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Ao final do experimento foram abatidas duas aves por parcela representando o peso médio da mesma para avaliação do rendimento de carcaça, das partes (asas, dorso, peito,

coxa, sobrecoxa e gordura abdominal) e das vísceras comestíveis (fígado, coração e moela).

As aves selecionadas com o desvio padrão de  $\pm 5\%$  do peso médio da parcela e submetidas a um jejum por seis horas, em seguida, pesadas individualmente, abatidas, sangradas na jugular, depenadas, evisceradas, novamente pesadas para obtenção do peso da carcaça (sem pés, cabeça e gordura total) e armazenadas em um freezer a  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Em seguida, foram pesadas as vísceras comestíveis (fígado, coração e moela) e não-comestíveis destinadas a graxaria (intestinos e resíduos) e a gordura abdominal. No dia seguinte, foram efetuados os pesos dos cortes nobres (peito, coxa, sobrecoxa, asa e dorso).

Para a análise econômica da utilização do farelo de algodão, foram avaliados o custo da alimentação, a renda bruta, a margem bruta e a rentabilidade, segundo o método descrito por Lana (2000), em que o custo da alimentação foi obtido multiplicando-se o preço da ração no tratamento pelo consumo da parcela no período criatório; a receita bruta foi obtida multiplicando-se o valor do ganho de peso pelo preço do frango vivo; a margem bruta por meio de diferença entre receita bruta e custo de alimentação e, por fim, a rentabilidade foi obtida por meio da multiplicação da margem bruta por 100 e dividido pelo custo da alimentação.

Nessa avaliação econômica, o preço de venda do frango de corte e os preços dos ingredientes adotados foram os praticados na região no período da realização do experimento conforme indicado na Tabela 5.

TABELA 5. Preço dos ingredientes utilizados na formulação das rações experimentais e do frango vivo por quilo

| Ingredientes  | Preço por quilo (R\$) |
|---|-----------------------|
| Farelo de algodão                                   | 0,64                  |
| Milho   | 0,56                  |
| Farelo de soja                                      | 1,40                  |
| Farelo de trigo                                     | 0,60                  |
| Óleo de soja  | 2,00                  |
| Calcário  | 0,05                  |
| Fosfato bicálcico                                   | 1,70                  |
| Sal comum   | 0,05                  |
| Lisina  | 7,50                  |
| DL-Metionina  | 12,00                 |
| Cloreto de colina                                   | 3,20                  |
| Premix vitamínico                                   | 12,50                 |
| Premix mineral                                      | 8,00                  |
| Frango vivo tipo caipira (valor de mercado à época) | 5,00                  |

Os resultados foram submetidos à análise da variância e ao teste de regressão polinomial, utilizando-se o programa computacional SAS (SAS, 2001) e para análise da significância foi utilizado o teste de Fisher a 5% de probabilidade, seguindo-se o modelo  $\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$ , onde:

$Y_{ij}$  = parâmetros avaliados em cada unidade experimental  $j$  recebendo o tratamento  $i$ ;

$\mu$  = média estimada;

$T_i$  = efeito do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão, sendo  $i = 1, 2, \dots, 5$ , os níveis de substituição 0, 25, ..., 100%;

$J = 1, 2, \dots, 5$ , repetições dentro de cada nível de substituição; e

$\epsilon_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

## Resultados e Discussão

O peso vivo aos 14 dias de idade das aves não apresentou efeito significativo. Nessa idade as parcelas foram homogeneizadas considerando variações de 10% do peso vivo médio. Os pesos médios aos 28, 56 e 84 dias de idade quando submetidos à análise de

regressão apresentaram comportamentos quadráticos em resposta à substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão nas dietas, em função do consumo de ração e, conseqüentemente, nos ganhos de peso observados por influência dos tratamentos (Tabela 6).

TABELA 6. Médias de peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), observadas durante as fases experimentais em função dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão

| Variável | Fase (d) | Níveis de substituição (%) |             |             |             |              | CV  | P=*  | R <sup>2</sup> |
|----------|----------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----|------|----------------|
|          |          | 0                          | 25          | 50          | 75          | 100          |     |      |                |
| CR, g    | 14-28    | 1.270±118                  | 2,42±0,26   | 1.300±72    | 1.210±61    | 1.060±68     | 6,4 | 0,02 | 0,93           |
|          | 29-56    | 3.317±150                  | 3.280±340   | 3.309±180   | 3.136±280   | 2.485±233    | 7,2 | 0,02 | 0,94           |
|          | 57-84    | 3.581±190                  | 3.636±160   | 3.965±125   | 3.684±276   | 3.678±388    | 7,0 | 0,01 | 0,88           |
|          | 14-84    | 6.992±360                  | 7.682±250   | 7.681±430   | 6.988±388   | 5.605±600    | 6,2 | 0,02 | 0,98           |
| PV, g    | 14       | 253,00±13                  | 259,25±14   | 264,50±4    | 266,25±9    | 260,00±9     | 4,0 | NS   | -              |
|          | 28       | 780,00±26                  | 800,00±26   | 795,50±16   | 763,75±12   | 678,75±42    | 3,5 | 0,01 | 0,99           |
|          | 56       | 1.926,25±73                | 2.003,75±80 | 2.028,75±93 | 1.858,75±51 | 1.445,00±154 | 5,2 | 0,01 | 0,98           |
|          | 84       | 2.770±68                   | 2.850±102   | 2.987±87    | 2.746±53    | 2.196±137    | 3,5 | 0,01 | 0,99           |
| GP, g    | 14-28    | 523,62±12                  | 546,38±21   | 534,32±11   | 487,43±6    | 405,72±12    | 6,1 | 0,01 | 0,99           |
|          | 29-56    | 1.129,72±12                | 1.240,61±21 | 1.221,82±12 | 1.073,36±6  | 795,22±13    | 7,4 | 0,01 | 0,98           |
|          | 57-84    | 843,75±99                  | 847,0±73    | 935,75±88   | 913,00±52   | 762,5±244    | 8,0 | 0,03 | 0,78           |
|          | 14-84    | 2.509±60                   | 2.620±90    | 2.680±87    | 2.509±53    | 1.929±135    | 3,6 | 0,01 | 0,95           |
| CA, g/g  | 14-28    | 2,42±0,26                  | 2,45±0,35   | 2,38±0,18   | 2,53±0,12   | 2,61±0,21    | 6,8 | NS   | -              |
|          | 29-56    | 2,89±0,13                  | 2,71±0,19   | 2,68±0,11   | 2,86±0,14   | 3,20±0,20    | 6,2 | 0,04 | 0,98           |
|          | 57-84    | 4,27±0,36                  | 4,32±0,47   | 4,27±0,46   | 4,04±0,42   | 3,81±0,86    | 7,2 | NS   | -              |
|          | 14-84    | 2,78±0,18                  | 2,93±0,12   | 2,87±0,08   | 2,78±0,15   | 2,90±0,15    | 5,0 | NS   | -              |

CV = Coeficiente de variação; P\* = Probabilidade ao nível de 5%; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

Na avaliação do consumo de ração no período de 14 a 28 dias foi observado maior consumo de alimento (1.336,8 g) quando o nível de substituição da proteína bruta do farelo de soja pela proteína bruta do farelo de algodão atingiu o nível de 31,3%, o que representa um nível de 9,27% de inclusão de farelo de algodão na dieta estimado pela equação  $\hat{Y} = 1.279 + 3,693X - 0,059X^2$  (R<sup>2</sup> = 0,93).

O efeito quadrático com diminuição no consumo de alimento quando os níveis de substituição da proteína bruta do farelo de soja pela proteína bruta do farelo de algodão alcançaram níveis maiores que o nível estimado, pode indicar que o aumento do nível de

fibra das dietas nesta idade provavelmente provocou enchimento físico do trato digestório das aves, pois segundo Tarvid (1995), o aumento do nível de fibra na dieta pode afetar a taxa de passagem do alimento no trato digestivo dos animais prejudicando a digestibilidade dos nutrientes contidos na dieta, já que aves jovens não possuem capacidade de digerir alimentos com teores elevados de fibra.

Na fase de crescimento (29-56 dias de idade) o maior consumo de ração observado foi de 3.390 g quando nas dietas o nível de substituição das proteínas atingiu 27,8%, o que representa 8,78% de inclusão de farelo de algodão. Níveis de substituição mais elevados que o determinado refletiram em diminuição do consumo de ração, também caracterizando efeito quadrático ( $\hat{Y} = 3.263,1 + 9,1107X - 0,1635X^2$ ,  $R^2 = 0,94$ ).

O comprometimento do trato digestório dos animais observado na primeira fase experimental provavelmente repercutiu e se repetiu na segunda fase indicando que mesmo as aves estando em idade cronológica e fisiológica mais adiantada, possivelmente ainda se pode observar os efeitos do alto teor de fibra da dieta sobre a digestão e absorção dos nutrientes, com repercussões negativas sobre o desempenho animal.

No período final (57-84 dias de idade) o consumo de ração atingiu o máximo de 3.938 g quando o nível de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão foi de 38,74%, representando 9,21% de inclusão do farelo de algodão na dieta estimado pela equação  $\hat{Y} = 3.470,4 + 24,187X - 0,3122X^2$  ( $R^2 = 0,88$ ).

Assim como nas três fases analisadas, o consumo de ração apresentou efeito quadrático ( $\hat{Y} = 6.992,8 + 41,40X - 0,5528X^2$ ,  $R^2 = 0,98$ ) quando o nível de inclusão do farelo de algodão foi de 10,51%, representado pela substituição de 37,45% da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão nas dietas, com consumo de ração máximo estimado em 7.768 g (Tabela 6).

O aumento dos níveis de substituição da proteína bruta do farelo de soja pela proteína

bruta do farelo de algodão provocou aumento no nível de fibra bruta das dietas, principalmente nos tratamentos que contemplaram os maiores níveis de inclusão o que pode ter sido a causa da limitação do consumo de ração. Partículas grosseiras podem diminuir a taxa de passagem do alimento pela moela (Nir et al., 1994; 1995), aumentar o tempo de exposição às enzimas digestivas, podendo assim melhorar a utilização da energia e aumentar a digestibilidade dos nutrientes (Carre, 2004), logicamente esse nível de fibra tem um limite a ser considerado.

A variável ganho de peso apresentou efeito quadrático ( $\hat{Y} = 525,13 + 1,3467X - 0,0239X^2$ ,  $R^2 = 0,99$ ) na fase inicial, com o maior ganho de peso observado de 544,10 g quando a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão atingiu o nível ótimo de 28,17%, representando 8,35% de inclusão de farelo de algodão nas dietas. O mesmo comportamento foi observado na fase de crescimento com o maior ganho de peso observado de 1.249 g quando a proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão nas dietas atingiu o nível de 33,9% (10,71% de inclusão) estimado pela equação  $\hat{Y} = 1.129,7 + 7,0293X - 0,1037X^2$  ( $R^2 = 0,98$ ).

No período final (57-84 dias) também foi observado diferença significativa no ganho de peso, apresentando efeito quadrático ( $\hat{Y} = 822,88 + 5,7055X - 0,0697X^2$ ,  $R^2 = 0,78$ ) com o maior ganho observado de 939,64 g quando o nível de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão alcançou o nível de 40,91%, representando 9,73% de inclusão de farelo de algodão.

Aves mais velhas apresentam trato gastrointestinal fisiologicamente maduro e mais longo implicando em maior tempo de permanência e contato da digesta com as secreções do trato digestivo e fauna simbiótica intestinal em maior quantidade e variedade dependendo do ambiente de criação, indicando um provável aumento da atividade bacteriana com maior efetividade na hidrólise e utilização dos conteúdos fibrosos do farelo de algodão, resultando



em um possível aumento da digestibilidade e absorção dos nutrientes da dieta.

Francesch (1996) relata que a restrição do trânsito intestinal e o aumento na quantidade de material não digerido na porção distal do intestino delgado ajuda as bactérias a se multiplicarem e migrarem para porções mais altas do intestino delgado, o que pode acarretar em aumento na digestão de nutrientes.

Já no período total (14-84 dias) também se observou efeito quadrático para a variável ganho de peso com o maior ganho observado de 2.714 g quando a proteína do farelo de soja foi substituída em 36,16%, com nível de inclusão de farelo de algodão de 10,77% nas dietas, estimado pela equação  $\hat{Y} = 2.474 + 13,316X - 0,1841X^2$  ( $R^2 = 0,95$ ).

O efeito quadrático observado para o ganho de peso em todas as fases avaliadas do experimento, provavelmente ocorreu em função da elevação do nível de fibra que as dietas apresentaram com a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em níveis crescentes até atingir a totalidade, desta forma limitando a capacidade de ingestão de alimentos e prejudicando a digestibilidade dos nutrientes da dieta como descrito por Waldroup (1981) e, como consequência, limitando também o ganho de peso.

Há de se ressaltar que apesar do experimento ter sido realizado com aves de baixo desempenho que necessitam de um período de criação mais prolongado para atingirem peso adequado para o abate, existe limitação fisiológica desses animais em digerir alimentos com elevados teores de fibra bruta, pela inexistência no trato digestório das aves de enzimas específicas capazes de hidrolisar polissacarídeos não amiláceos como a celulose e outros.

No entanto, os resultados observados neste experimento para ganho de peso são semelhantes aos relatados por Khalid et al. (2000), Sterling et al. (2002), Watkins et al. (2002) e Pimentel et al. (2007) que observaram percentuais de inclusão que variaram de 10 a 20% de farelo de algodão às dietas de frangos de corte sem causar efeitos depressores sobre o ganho de peso, consumo de alimento e conversão alimentar, até os 42 dias de idade.

Para conversão alimentar observou-se significância apenas na fase de crescimento (29-56 dias de idade), com efeito quadrático, apresentando o melhor índice de 2,68 quando o nível de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão foi de 39,18%, estimado pela equação  $\hat{Y} = 2,89 - 0,010971X + 0,00013991X^2$  ( $R^2 = 0,98$ ), representando 12,38% de inclusão de farelo de algodão nas dietas.

Nas fases inicial (14-28 dias) e final (57-84 dias) não se observou significância para a variável conversão alimentar indicando que tanto a proteína do farelo de soja quanto a proteína do farelo de algodão são capazes de proporcionar resultados semelhantes e satisfatórios.

De acordo com Gamboa et al. (2001), Henry et al. (2001), Watkins et al. (2002) e Mandal et al. (2004) a inclusão de farelo de algodão em dietas para frangos de corte causa perda da eficiência alimentar assim como piora os índices de conversão alimentar. No entanto, os resultados observados para conversão alimentar neste experimento indicam um melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta, visto que nas fases inicial e final e no período total não houve efeito significativo dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão, não indicando prejuízo para a conversão alimentar.

Aves de crescimento lento provavelmente respondam melhor às dietas contendo farelo de algodão em função da menor velocidade de crescimento dispondo assim de maior período de tempo para atingir o peso ideal para o abate que se situa em torno dos 84 dias.

Na Tabela 7 podem-se observar os resultados obtidos da avaliação da carcaça e de suas partes, em termos percentuais, em função dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão.

TABELA 7. Rendimento percentual dos cortes comerciais e vísceras das carcaças de frangos de corte de crescimento lento em função dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão

| Variável (%)                   | Níveis de substituição (%) |       |       |       |       | CV   | P*   | R <sup>2</sup> |
|--------------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|----------------|
|                                | 0                          | 25    | 50    | 75    | 100   |      |      |                |
| Carcaça quente                 | 67,50                      | 72,30 | 68,46 | 66,24 | 81,32 | 9,6  | 0,01 | 0,96           |
| Peito <sup>1</sup>             | 25,60                      | 25,31 | 24,98 | 24,51 | 18,25 | 10,0 | 0,04 | 0,63           |
| Coxa <sup>2</sup>              | 14,86                      | 14,88 | 14,96 | 15,12 | 11,92 | 9,1  | 0,01 | 0,82           |
| Sobrecoxa <sup>1</sup>         | 17,00                      | 16,97 | 16,97 | 16,98 | 13,21 | 9,5  | 0,04 | 0,50           |
| Asa <sup>1</sup>               | 12,70                      | 12,51 | 12,47 | 12,53 | 9,85  | 9,4  | 0,04 | 0,55           |
| Dorso <sup>2</sup>             | 21,90                      | 22,01 | 22,10 | 22,15 | 17,13 | 12,0 | 0,02 | 0,85           |
| Gordura abdominal <sup>1</sup> | 4,86                       | 4,36  | 4,6   | 6,93  | 8,40  | 17,0 | 0,03 | 0,75           |
| Fígado                         | 2,46                       | 2,03  | 2,25  | 2,42  | 2,51  | 5,8  | NS   | -              |
| Coração                        | 0,53                       | 0,53  | 0,49  | 0,52  | 0,57  | 5,2  | NS   | -              |
| Moela                          | 5,02                       | 4,46  | 4,55  | 5,16  | 5,15  | 8,2  | NS   | -              |

CV= coeficiente de variação; P\* = probabilidade ao nível de 5%; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação.

<sup>1</sup>= efeito linear; <sup>2</sup>= efeito quadrático.

Os resultados obtidos pela análise de regressão demonstram que o rendimento percentual de coxa apresentaram efeito quadrático, com os maiores rendimentos percentuais quando o nível de substituição foi de 35,78% representando a inclusão de 10,04% de farelo de algodão nas rações; o mesmo efeito foi observado para dorso, com rendimento de 22,8% quando o nível de substituição foi de 33,7% com a inclusão de 9,37%.

Quanto ao rendimento percentual de carcaça quente, os resultados demonstram que houve redução linear com o aumento dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja, pela proteína do farelo de algodão, assim como no rendimento percentual das asas em 0,02% para cada 1% de aumento na substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão. O mesmo foi observado para o rendimento de peito e de sobrecoxa com diminuição de 0,06% e 0,03%, respectivamente.

Os rendimentos percentuais de gordura abdominal apresentaram efeito linear crescente com aumento de 0,04% para cada 1% de aumento no nível de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão nas dietas. Provavelmente, o alto conteúdo de fibra das dietas que continham 100% de farelo de algodão tenha prejudicado a digestibilidade dos nutrientes da dieta, principalmente da lisina, diminuindo a taxa de

deposição protéica na carcaça, repercutindo negativamente sobre os rendimentos percentuais das asas, peito e sobrecoxas.

De outro modo, o alto conteúdo de fibra da dieta também pode ter adsorvido boa parte do óleo vegetal incluso as dietas na fase final do experimento para promover o balanço energético, sendo essa gordura liberada mais facilmente por ação da musculatura da moela para o lúmen duodenal, disponibilizando uma maior quantidade de ácidos graxos para serem absorvidos e metabolizados suprimindo parte das deficiências nutricionais do organismo animal e o excesso sendo acumulado na forma de gordura abdominal.

O rendimento percentual das partes observado neste experimento são inferiores aos observados por Moreira et al. (2003) que comparando o rendimento de partes de carcaças de linhagens de conformação e linhagens convencionais observaram maior rendimento de peito (33,95%) para as linhagens de conformação contra (32,18%) para as linhagens convencionais, o mesmo ocorrendo para coxas e sobrecoxas. Porém, tanto as linhagens de conformação quanto as convencionais apresentaram menor acúmulo de gordura abdominal (2,07%) em relação aos observado neste experimento de 8,40%.

Resultados divergentes foram observados por Diaw et al. (2010) que, avaliando o rendimento de carcaças de frangos de corte alimentados com farelo de algodão em substituição à torta de amendoim, observaram aumento rendimento de peito variando de 34,17 a 40,61%, para coxas mais sobrecoxas ocorreu diminuição no rendimento de 47 a 41,55%, não sendo observado significância para as asas.

Os resultados obtidos neste experimento corroboram com os observados por Diaw et al. (2010) quanto ao aumento na deposição de gordura na carcaça, sugerindo que pode existir um catabolismo preferencial por certos ácidos graxos insaturados para produção de energia e acúmulo de gordura corporal.

No momento em que os dados de produção foram transformados em dados

financeiros, obtiveram-se resultados econômicos consideráveis e, portanto, interessantes para os efeitos da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão (Tabela 8).

TABELA 8. Valores médios e desvio padrão para receita bruta, custo da alimentação, margem bruta e rentabilidade nos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão

| Nível de substituição                            | Receita bruta (R\$/ave)            | Custo da alimentação (R\$/ave)    | Margem bruta (R\$/ave)              | Rentabilidade (%)                 |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Período de 14 a 28 dias de idade                 |                                    |                                   |                                     |                                   |
| 0  | 2,62±0,08                          | 1,10±0,10                         | 1,53±0,16                           | 100,00±27,3                       |
| 25   | 2,71±0,12                          | 1,11±0,09                         | 1,58±0,16                           | 102,00±23,8                       |
| 50   | 2,66±0,07                          | 0,98±0,06                         | 1,67±0,11                           | 121,70±19,5                       |
| 75   | 2,45±0,03                          | 0,91±0,04                         | 1,57±0,04                           | 121,80±11,7                       |
| 100  | 2,10±0,20                          | 0,70±0,06                         | 1,38±0,17                           | 138,85±26,0                       |
| CV   | 4,6                                | 7,57                              | 8,74                                | 13,6                              |
| R <sup>2</sup>                                   | 0,99                               | 0,97                              | 0,94                                | 0,91                              |
| Equação  | 2,62+0,0067X-0,00012X <sup>2</sup> | 1,10+0,002X-0,00004X <sup>2</sup> | 1,52+0,0064X-0,000077X <sup>2</sup> | 97,37+0,39X                       |
| Período de 29 a 56 dias de idade                 |                                    |                                   |                                     |                                   |
| 0  | 5,73±0,26                          | 2,87±0,24                         | 2,86±0,11                           | 100,00±9,29                       |
| 25   | 6,02±0,37                          | 2,73±0,11                         | 3,29±0,32                           | 120,00±11,46                      |
| 50   | 6,17±0,49                          | 2,55±0,26                         | 3,62±0,26                           | 142,18±10,34                      |
| 75   | 5,47±0,23                          | 2,26±0,11                         | 3,21±0,21                           | 142,02±12,43                      |
| 100  | 3,91±0,57                          | 1,67±0,16                         | 2,24±0,44                           | 133,00±18,51                      |
| CV   | 7,4                                | 7,7                               | 9,5                                 | 10,0                              |
| R <sup>2</sup>                                   | 0,98                               | 0,91                              | 0,97                                | 0,97                              |
| Equação  | 5,64+0,0352X-0,0005X <sup>2</sup>  | 2,99-0,0115X                      | 2,80+0,0352X-0,0004X <sup>2</sup>   | 98,35+1,2707X-0,009X <sup>2</sup> |
| Período de 57 a 84 dias de idade                 |                                    |                                   |                                     |                                   |
| 0  | 4,28±0,41                          | 2,72±0,14                         | 1,55±0,34                           | 100,00±11,96                      |
| 25   | 4,21±0,13                          | 2,63±0,12                         | 1,58±0,14                           | 105,80±7,22                       |
| 50   | 4,85±0,21                          | 2,73±0,09                         | 2,13±0,28                           | 137,40±12,30                      |
| 75   | 4,43±0,04                          | 2,40±0,18                         | 2,04±0,21                           | 150,66±15,09                      |
| 100  | 3,37±0,69                          | 1,64±0,24                         | 1,73±0,70                           | 190,00±49,01                      |
| CV   | 8,8                                | 6,7                               | 21,4                                | 31,2                              |
| R <sup>2</sup>                                   | 0,78                               | 0,95                              | 0,67                                | 0,95                              |
| Equação  | 4,11+0,0283X-0,0003X <sup>2</sup>  | 2,64+0,0107X-0,0002X <sup>2</sup> | 1,45+0,0184X-0,0002X <sup>2</sup>   | 91,80+0,90X                       |
| Período de 14 a 84 dias de idade (período total) |                                    |                                   |                                     |                                   |
| 0  | 12,65±0,19                         | 5,60±0,23                         | 7,05±0,27                           | 100,00±9,62                       |
| 25   | 12,93±0,42                         | 5,36±0,21                         | 7,57±0,37                           | 111,95±9,23                       |
| 50   | 13,68±0,40                         | 5,27±0,30                         | 8,40±0,29                           | 126,41±10,98                      |
| 75   | 12,40±0,27                         | 4,66±0,28                         | 7,74±0,35                           | 132,06±16,24                      |
| 100  | 9,38±0,78                          | 3,32±0,35                         | 6,06±0,59                           | 145,56±21,74                      |
| CV   | 3,7                                | 5,7                               | 5,3                                 | 9,2                               |
| R <sup>2</sup>                                   | 0,95                               | 0,82                              | 0,92                                | 0,99                              |
| Equação  | 12,39+0,0703X-0,001X <sup>2</sup>  | 5,894-0,021X                      | 6,8846+0,0601X-0,0007X <sup>2</sup> | 100,95+0,44X                      |

\*CV= coeficiente de variação; R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinação das equações de regressão.

Pode-se observar que em todas as fases experimentais, inclusive no período total de criação, a receita bruta apresentou comportamento quadrático. Na fase inicial (14-28 dias) quando a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão atingiu o nível de 27,9% o que corresponde a 7,83% de inclusão de farelo de algodão, obtendo-se uma receita bruta estimada em R\$ 2,71 por ave.

Na fase de crescimento (29-56 dias) a receita bruta foi estimada foi maior gerando R\$ 6,26 por ave quando o nível de substituição foi de 35,2% (9,88 de inclusão). Já na fase final (57-84 dias) a receita bruta foi estimada em R\$ 4,78 por ave, quando o nível de substituição atingiu o percentual de 47,16% quando a inclusão de farelo de algodão atingiu o nível ótimo de 13,25%.

Para o período total de criação (14-84 dias) a receita bruta foi de R\$ 13,62 por ave quando o nível de substituição atingiu 35,15%, proporcionando o melhor faturamento médio. Os resultados estimados demonstram que níveis mais elevados de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão provavelmente provocam redução na receita bruta por ave.

O custo da alimentação representou a maior parte das despesas contabilizadas com a produção das aves durante na fase inicial, apresentando efeito quadrático atingindo o melhor nível quando se substituiu a proteína do farelo de soja em 25% com a inclusão de 7,02% de farelo de algodão. Apenas na fase de crescimento o custo da alimentação foi decrescente com uma redução de R\$ 0,01 por ave, para cada 1% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão. Na fase final o custo com alimentação apresentou efeito quadrático com o custo de R\$ 2,78 por ave quando o nível de substituição foi de 26,75% representado por 7,51% de inclusão de farelo de algodão.

Assim como na fase de crescimento, no período total (14-84 dias) o custo com alimentação diminuiu linearmente de R\$ 5,89 no tratamento (referência) para R\$ 3,79 por

ave no tratamento (100% de substituição da proteína do farelo de soja). Isto possivelmente pode ter ocorrido em função da redução no consumo de ração pelas aves, visto que o teor de fibra das dietas experimentais aumentou com os níveis de substituição da proteína do farelo de soja e pela redução no preço das dietas experimentais à medida que o farelo de algodão participava em níveis mais elevados.

A margem bruta, que representa o lucro bruto obtido pela diferença entre receita e despesa, apresentou comportamento quadrático em todas as fases e também no período total de criação. Na fase inicial a margem bruta estimada foi de R\$ 1,64 por ave, quando o melhor nível de substituição foi de 40,0%; na fase de crescimento foi de R\$ 3,57 por ave ao nível de 44%; na fase final obteve-se R\$ 1,87 por ave ao nível de 46% e finalmente, no período total, a margem bruta foi de R\$ 8,17 por ave quando o nível foi de 42,93%, indicando que níveis de substituição mais elevados que aqueles determinados por fase e no período total de criação, provavelmente provocam piora da margem bruta por ave.

A rentabilidade apresentou efeito linear em todas as fases, exceto para o período de crescimento, em que a rentabilidade estimada foi de 143,20% quando o nível ótimo de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão de 70,59% representada pela inclusão de 19,82% de farelo de algodão nas dietas.

Na fase inicial observou-se aumento de 0,39% para cada 1%, indicando que apesar dos resultados observados de desempenho não terem sido satisfatórios, é possível obter ganhos econômicos com a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em dietas iniciais para frangos de corte de crescimento lento. Na fase final de criação observou-se aumento na rentabilidade de 0,9% para cada 1% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão. O mesmo comportamento foi observado no período total de criação com aumento linear em 0,44% para cada 1% de aumento de substituição.

Este aumento na rentabilidade é justificado pela significativa redução nos preços das

rações com a inclusão do farelo de algodão assim como pela diminuição no consumo de ração pelas aves durante o período experimental provocado pelo aumento nos níveis de substituição das proteínas dos ingredientes.

Poli-nutri (2003) afirma que, em situações práticas, o uso do farelo de algodão torna-se economicamente viável, quando seu preço representa 55% ou menos do preço do farelo de soja. Neste experimento o preço do farelo de algodão representou 45% do valor do farelo de soja implicando na redução dos custos da dieta com impactos importantes sobre a economicidade da atividade avícola, porém, Paiano et al. (2006) trabalhando com dietas para leitões observaram que a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão só era economicamente viável em até 8% e que a viabilidade da utilização do farelo de algodão é dependente do custo dos ingredientes que compõe a dieta.

Os resultados observados neste experimento indicam aumento da rentabilidade no período total de criação de 0,44% para cada 1% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão. Estes resultados são superiores àqueles relatados por Paiano et al. (2006) e Sussel et al. (2009) que relataram não haver redução do preço das rações experimentais com a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão, diferentemente do observado neste experimento, pois, à medida que se aumentou os níveis de substituição das proteínas dos farelos nas dietas verificou-se redução significativa no custo das mesmas.

### **Conclusões**

Os níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão podem ser realizados até o nível de 38% sem prejuízo ao desempenho zootécnico e rendimento de carcaça das aves, representando a inclusão de 10,67% de farelo de algodão



nas rações, indicando êxito de sua utilização em rações para frangos de corte caipiras.

### **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE por ter garantido a execução desta pesquisa.

Ao empresário Rildo Roque Ferraz, proprietário da Avícola Ferraz e às empresas Polinutri Alimentos Ltda e Uniaves Ltda.

## Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.
- AZMAN, M.A.; YILMAZ, M. The Growth Performance of Broiler Chicks Fed with Diets Containig Cottonseed Meal Supplemented with Lysine. **Revue Médecine Vétérinaire**, v. 156. N. 2. P. 104-106. 2005.
- BRITO, M.S.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; et al. Composição nutricional e energia metabolizável do farelo de algodão e farelo residual de milho para frangos de corte. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 3., Campina Grande-PB, **Anais...** Campina Grande: CNPA (CD ROOM), 2004.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: J.E. Butolo, 2002. p. 430.
- CARVALHO, C.B.; DUTRA JUNIOR, W.M.; et al. Avaliação nutricional do farelo de algodão de alta energia no desempenho produtivo e características de carcaças de frangos de corte, **Ciência Rural**, v.40, n.5, 2010.
- CARRE, B. Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.76-89, 2004.
- DIAW, M.T.; DIENG, A.; MERGEAL, G.; et al. Effect of groundnut cake substitution by glandless cottonseed kernels on broilers production: animal performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and fatty acid composition of muscle and fat. **International Journal of Poultry Science**, v.9 n.5, p.473-481, 2010.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar**, Embrapa Algodão, 2003. Disponível em: <[HTTP://sistemasdeproducao.Cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodão/AlgodãoAgriculturafamiliar/autores](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturafamiliar/autores)>. Acesso em: 27 Nov 2010.
- EZEQUIEL, J.M.B. Farelo de algodão como fonte alternativa de proteína alternativa de origem vegetal. In: Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal. Campinas, São Paulo. **Anais...** Campinas: CBNA. 2002. p.137-161.
- FERKET, P. **Feeding whole grains to poultry improves gut health**. IN: Feedstuffs USA, v.4, p.12-14, 2000.
- FRANCESCH, M. Bases de la utilizacion de complejos enzimaticos en aviculture. In: **AVANCES EN NUTRICION Y ALIMENTACION ANIMAL**. Madrid: FEDNA, p.119-131, 1996.
- GAMBOA, D.A. et al. Tissue distribution of gossypol enantiomers in broilers fed various cottonseed meals. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 920-925, 2001.

- HENRY, M. H.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; et al. The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine. **Poultry Science**, v.80, p.762-768, 2001.
- HUANG, K.H.; RAVINDRAN, V.; LIA, X.; et al. Influence of age on the apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients for broiler chickens. **British Poultry Science**, v.46, p.236-245, 2005.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 Dez 2010.
- KHALID, M.F.; ALAM, M.Z.; AHMAD, F.; et al. Use of cotton seed meal in broiler rations formulated on the basis of total versus digestible amino acids starter phase **International journal of agriculture & biology**, v.2, n.4, p.346-347, 2000.
- LI, Y.; OWYANG, C. Vagal efferent pathway mediates physiological action of cholecystokinin on pancreatic enzyme secretion. **Journal of Clinical Investigation**, v.92, p.418-424, 1993.
- LOPES, A.M. **Uso de subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes** – Universidade Federal de Viçosa – Centro de Ciências Agrárias – Departamento de Zootecnia – Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes – zôo 645 – Viçosa, junho de 2003.
- MANDAL, A.B.; ELANGO VAN, A.V.; SHRIVASTAV, A.K.; et al. Comparison of broiler chicken performance when fed diets containing meals of Bollgard II hybrid cotton containing Cry-X gene (Cry1Ac and Cry2Ab gene), parental line or commercial cotton, **British Poultry Science**, v.45, n.5, p.657-663, 2004.
- MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R.; et al. Níveis de energia metabolizável e relações energia:proteína para aves de corte de crescimento lento criadas em sistema semiconfinado **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.23-30, 2007.
- MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; et al. Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito em frangos de linhagens de conformação versus convencionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1663-1673, 2003 (Supl. 1).
- MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; AHMAD, G.; et al. Influence of pre-press solvent-extracted cottonseed meal supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass and immunity responses of broiler chickens, **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.93 p.253-262, 2008.
- NASCIMENTO, D.C.N.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; et al. Exigências de metionina + cistina digestível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.869-878, 2009a.

- NASCIMENTO, D.C.N.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; et al. Exigências de lisina digestível para aves de corte da linhagem ISA Label criadas em semiconfinamento, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1128-1138, 2009b.
- NIR, I.; TWINA, Y.; GROSSMAN, E.; et al. Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behavior of meat-type chickens. **British Poultry Science**, v.35, p.589-602, 1994.
- NIR, I.; HILLEL, R.; PTCHI, I.; et al. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, v.74, p.771-783, 1995.
- PAIANO, D.; MOREIRA, I.; SILVA, M.A.A.; et al. Farelos de algodão com diferentes níveis de proteína na alimentação de suínos na fase inicial: digestibilidade e desempenho, **Acta Scientiarum Animal Science**, v.28, n.4, p.415-422, 2006.
- PEIXOTO, R.R., MAIER, J.C. **Nutrição e alimentação animal**. 2.ed. Pelotas: UFPel, EDUCAT, UFPel. 1993.
- PIMENTEL, A.C.S.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; LUDKE, M.C.M.M.; et al Substituição parcial do milho e farelo de soja por sorgo e farelo de caroço de algodão extrusado em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.2, p.135-141, 2007.
- POLI-NUTRI. **Utilização de farelo de algodão para suínos e aves**. Disponível em: <[HTTP://polinutri.com.br/conteudo\\_dicas\\_janeiro\\_03htm#farelo](http://polinutri.com.br/conteudo_dicas_janeiro_03htm#farelo)>. 2003. Acesso em: 09 Jan 2011.
- SAS-Statistics Analysis System. **User's guide**: statistics: version 8. Cary: SAS, 2001.
- SOUZA, A.V.C. **Utilização de farelo de algodão para suínos e aves**. 2003. Disponível em: <[http://www.polinutri.com.br/conteudo\\_dicas\\_janeiro\\_03.htm](http://www.polinutri.com.br/conteudo_dicas_janeiro_03.htm)>. Acesso em: 13 Dez 2010.
- STERLING, K.G.; COSTA, E.F.; HENRY, M.H.; et al. Responses of broiler chickens to cottonseed and soybean meal based diets at several protein levels, **Poultry Science**, v.81, p.217-226, 2002.
- SUSSEL, F.R.; SALLES, F.A.; GONÇALVES, G.S.; et al. Avaliação econômica da substituição do farelo de soja por farelo de algodão em dietas práticas para tilápias do Nilo cultivadas em tanques-rede, **Informações Econômicas**, v.39, n.10, 2009.
- SVIHUS, B.; JUVIK, E.; HETLAND, H.; et al. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. **British Poultry Science**, v.45, p.55-60, 2004.
- TORRES, A.P. **Alimentos e Nutrição das Aves Domésticas**. São Paulo: Nobel. 2 ed. 1989. 324p.

HOLANDA, M.A.C. Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em ...

WALDROUP, P.W. Energy levels for broilers. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.58, p.309-313, 1981.

WATKINS, S.E. et al. Reduction in dietary nutrient aids in utilization of high protein cottonseed meal in broiler diets. **International Journal of Poultry Science**, Sargodha, v.1, n.4, p.53-58, 2002.

### **CAPÍTULO III**

#### **Substituição do milho pelo farelo integral de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em dietas de frangos caipiras**

Este capítulo foi elaborado com base nas normas da Revista Brasileira de Zootecnia  
(*Brasilian Journal of Animal Science*)

## **Substituição do milho pelo farelo integral de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em dietas de frangos caipiras**

**Resumo** - O trabalho objetivou avaliar o desempenho produtivo, as características de carcaça de frangos caipiras e a viabilidade econômica da substituição do milho pelo farelo integral de mandioca na dieta aos níveis 25; 50; 75 e 100%. Foram utilizados 360 pintinhos machos da linhagem Label Rouge com sete dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições, contendo 12 aves por parcela. Os parâmetros avaliados foram o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, custo da alimentação, renda bruta, margem bruta e rentabilidade. Aos 84 dias foram abatidos dois frangos por parcela (com  $\pm 5\%$  do peso médio da parcela) para avaliação do peso da carcaça, dos cortes (asa, peito, coxa, sobrecoxa, dorso e gordura abdominal) e vísceras comestíveis (fígado, coração e moela) para determinar o rendimento de carcaça e calcular as porcentagens dos cortes, da gordura e das vísceras em relação ao peso vivo e à carcaça. Ocorreu aumento linear no peso vivo, consumo e ganho de peso, com a substituição do milho por farelo integral de mandioca, contudo, pode acarretar em prejuízo à conversão quando utilizada na fase final da criação (57 a 84 dias). O farelo integral de raízes de mandioca pode substituir o milho em 100% em dietas para frangos de corte de crescimento lento sem alterar o rendimento de carcaça e dos principais cortes comerciais. Porém ocorreu redução linear no ganho econômico.

**Palavras chave:** alimento alternativo, aves caipiras, ganho de peso, rentabilidade, margem bruta

### **Replacing corn by cassava meal (*Manihot esculenta* Crantz) in broiler hillbillies diets**

**Abstract** - The study aims to evaluate the performance, carcass characteristics of hillbillies broilers from slow growth and economic feasibility of replacing corn by cassava meal in the diet to levels 25, 50, 75 and 100%. We used 360 male chickens of lineage Label Rouge with seven days of age in a completely randomized design with five treatments and six replications of 12 birds each. The parameters evaluated were feed intake, weight gain, feed conversion, feed cost, gross income, gross margin and profitability. At 84 days they were slaughtered two chickens per pen ( $\pm 5\%$  with an average weight of the parcel) for evaluation of carcass weight and cuts (wing, breast, drumstick, thigh, back and abdominal fat) and edible offal (liver, heart and gizzard) to determine the dressing percentage and calculating the percentage of cuts, fat and viscera in relation to body weight and carcass. There was linear increase in body weight, intake and weight gain, with the substitution of corn by cassava meal, however, may cause detriment to the conversion when used in the final stages of creation (57 to 84 days). The full meal of cassava can replace corn in 100% in broiler diets slow growth without changing the yield carcass percentage and major retail cuts. But there was a linear reduction in profits.

**Keywords:** alternative food, redneck birds, weight gain, profit, crude margin

### **Introdução**

Os principais produtores de mandioca são: Nigéria, Brasil, Tailândia, Indonésia e República Democrática do Congo, os quais concentram cerca de 70% da produção atingido cerca de 228 milhões de toneladas em 2007, apresentando desta forma aumento constante da produção nos últimos anos (FAO, 2008).

A mandioca e seus subprodutos são identificados como alternativas viáveis para serem incluídos nas rações das aves por serem alimentos comuns em países tropicais e subtropicais (Ludke et al., 2005), de baixo custo e de grande disponibilidade. O Brasil em 2008 produziu 26,8 milhões de toneladas, sendo as maiores produções registradas nos estados do Pará,



Bahia, Paraná, Maranhão e Rio Grande do Sul (IBGE, 2008).

A mandioca contém fatores antinutricionais que são glicosídeos cianogênicos de dois tipos, linamarina que representa 93% do total e a linamarina etílica (7%) também chamada de lotaustralina (Chauynarong et al., 2009).

Para reduzir a quantidade de princípios tóxicos na mandioca com a finalidade de utilizá-la na alimentação animal, deve-se lavar as raízes, cortar em pedaços pequenos para se fazer raspas ou triturá-la numa forrageira e espalhá-la em local com piso cimentado ou forrado com lona plástica, sob o sol. Quando colhida, a mandioca tem 60 a 65% de umidade e em boas condições de secagem ao natural (ventilação e insolação), a umidade diminuirá para 14%, podendo então ser ensacada e armazenada.

Ludke et al. (2005) relatam que a mandioca é uma boa fonte de energia, devido ao alto nível de carboidratos (amido), propriedades aglutinantes e elevado coeficiente de digestibilidade, sendo porém, pobre em proteína bruta, aminoácidos sulfurados, gordura, ácidos graxos essenciais, vitaminas, minerais e pigmentantes naturais.

Rostagno et al. (2005) descrevem que a raspa integral de raízes da mandioca apresenta 3.621 kcal/kg de energia bruta; 2,47% de proteína bruta; 5,42% de fibra bruta; 11,75% de fibra em detergente neutro; 4,27% de fibra em detergente ácido e valores de energia metabolizável aparente (EMA) para aves de 2.973 kcal/kg. Resultados semelhantes foram observados por Freitas et al. (2008) que avaliando a farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte obtiveram valores de energia bruta de 3.746 kcal/kg e EMA de 2.940 kcal/kg.

Longo et al. (2005) trabalhando com o amido da mandioca determinaram valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) de 3.690 kcal/kg e coeficientes de digestibilidade de 97,89% para energia bruta, determinados com frangos de corte de 14 a 21 dias de idade, afirmando que o amido da mandioca é mais digestível que o

amido do milho, em função de sua estrutura com ligações glicosídicas ramificadas.

Nascimento et al. (2005) observaram ser viável a utilização de 10,29% de farinha de raspa de mandioca em substituição ao milho nas rações de engorda dos frangos de corte.

Freitas et al. (2008) avaliando o uso de farinha de varredura de mandioca para frangos de corte, observaram que níveis de 30% podem ser usados nas rações de frangos de corte em substituição ao milho, sem afetar o desempenho das aves.

Apesar dos resultados apresentados na literatura indicarem a possibilidade de uso do produto com sucesso, a utilização da mandioca e seus coprodutos é realizada ainda com alguma timidez em rações para aves melhoradas de alto desempenho. Talvez pela elevada umidade da raiz e a falta de tecnologias de baixo impacto econômico para sua desidratação sejam alguns dos possíveis entraves para a utilização rotineira do produto quando comparada ao milho.

Deste modo, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho zootécnico, o rendimento das carcaças e as suas partes, incluindo vísceras comestíveis, de frangos de corte caipiras, alimentados com farelo integral de mandioca, assim como avaliar os ganhos econômicos ocorridos por esta inclusão.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido de acordo com as normas éticas do Comitê de Ética no Uso de Animais da UFRPE (CEUA-UFRPE) e, por esta, aprovado sem restrições.

O experimento de desempenho foi realizado no período de 18 de setembro a 11 de dezembro de 2010, no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizado na cidade do Recife, situada a uma altitude de 4 m, na latitude de 8°04'33''s e longitude de 34°55'00''w.

Foram alojadas 360 aves da linhagem Label Rouge, machos, com um dia de idade, com peso inicial de aproximadamente 40 g, criados até os sete dias de idade de acordo com as recomendações do manual da linhagem, vacinados no incubatório contra as doenças de Mareck, Gumboro e Newcastle, sendo revacinados aos 21 dias de idade, via água de bebida, e vacinados contra Bouda por punção da membrana da asa.

Aos sete dias de idade as aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições com 12 aves por parcela, totalizando 360 aves em 30 unidades experimentais. As aves foram pesadas individualmente, ordenadas por peso crescente e distribuídas nas parcelas para máxima uniformidade considerando um desvio padrão de  $\pm 10\%$  do peso médio.

O aquecimento das aves, nos primeiros dias, foi proporcionado por uma lâmpada incandescente de 100 W como fonte de calor, durante os 12 primeiros dias de vida da ave. A temperatura foi controlada de acordo com o comportamento dos pintos sob a lâmpada, regulando-se tanto a altura das lâmpadas incandescentes quanto o manejo de cortinas, principalmente, nos primeiros dias de vida das aves. Por todo o período experimental a iluminação foi de 24 horas diárias (natural + artificial) e as aves mantidas confinadas sem acesso a piquetes, com manejo semelhante ao empregado na criação de frangos industriais.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram observadas e anotadas diariamente às 9h00min e às 16h00min utilizando-se um termo-higrômetro digital, obtendo-se médias de 34 e 23°C, máxima e mínima, com umidade relativa do ar oscilando entre 76 e 63%, respectivamente.

O farelo integral de mandioca foi obtido através da moagem da raiz integral de mandioca em moinho tipo “rodete”, específico para fabricação de farinhas de mesa, sendo a secagem da massa para obtenção do farelo realizada ao sol até que o mesmo atinja 14% de umidade no material, e eliminação do ácido cianídrico contido na raiz.

Para a formulação das dietas, os valores nutricionais do farelo integral de mandioca utilizado, no presente experimento, foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal, segundo a metodologia descrita pela Association and Analytical Chemist (AOAC, 1995) e a energia bruta do ingrediente foi determinada através de bomba calorimétrica do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Os valores da composição nutricional do farelo integral de mandioca estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Caracterização nutricional do farelo integral de mandioca analisado e utilizado nas dietas experimentais

| Item                           | Valor (%) |
|--------------------------------|-----------|
| Matéria seca                   | 80,53     |
| Matéria orgânica               | 87,28     |
| Proteína bruta                 | 2,14      |
| Extrato etéreo                 | 0,25      |
| Fibra bruta                    | 3,32      |
| Fibra em detergente neutro     | 6,89      |
| Fibra em detergente ácido      | 4,15      |
| Cinzas                         | 1,65      |
| Energia bruta, kcal/kg         | 3.640     |
| Energia metabolizável, kcal/kg | 2.951     |

Foram formuladas cinco dietas experimentais, isoprotéicas e isoenergéticas segundo as recomendações de Nascimento et al. (2009a,b) para aminoácidos e de Mendonça et al. (2007) para energia metabolizável. Os tratamentos constaram de uma dieta referência a base de milho e farelo de soja e de quatro dietas teste visando à substituição do milho pelo farelo integral de mandioca em níveis crescentes de 25, 50, 75 e 100%.

Durante o período experimental as rações foram peletizadas de forma artesanal, sendo a massa umidificada com água aquecida a temperatura de 85°C, adicionada no percentual de 10% da massa e para formação dos pêsletes foi utilizado um triturador industrial de carnes com acionamento por motor elétrico de 2 HP, visando melhorar a apreensão pelas aves, visto que a ração se apresentou um tanto pulverulenta.

O programa de alimentação adotado contemplou quatro fases e as dietas foram

calculadas para serem isoprotéicas e isocalóricas: um a sete dias (pré-inal) com 19,3% PB e 2.750 kcal/kg, sete a 28 dias com 19,3% PB e 2.750 kcal/kg; dos 29 a 56 dias (crescimento) com 19,5% PB e 2.850 kcal/kg; e dos 57 a 84 dias (final) com 18,0% PB e 3.100 kcal/kg (Tabelas 2, 3 e 4).

TABELA 2. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de sete a 28 dias de idade, na matéria natural

| Ingredientes                      | Níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca (%) |        |        |        |        |
|-----------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|
|                                   | 0  | 25     | 50     | 75     | 100    |
| Milho                             | 55,050   | 41,280 | 27,520 | 13,760 | 0,000  |
| Farelo de soja                    | 25,600   | 27,450 | 29,300 | 31,150 | 33,000 |
| Farelo integral de mandioca       | 0,000  | 12,150 | 24,300 | 36,450 | 48,600 |
| Farelo de trigo                   | 14,752   | 14,560 | 14,364 | 14,164 | 13,965 |
| Calcário                          | 1,820  | 1,760  | 1,695  | 1,632  | 1,570  |
| Fosfato bicálcico                 | 1,400  | 1,425  | 1,450  | 1,475  | 1,500  |
| Sal                               | 0,460  | 0,450  | 0,440  | 0,430  | 0,420  |
| L-Lisina                          | 0,364  | 0,340  | 0,315  | 0,292  | 0,267  |
| DL-Metionina                      | 0,254  | 0,285  | 0,316  | 0,347  | 0,378  |
| Premix Vitaminico <sup>1</sup>    | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Premix Mineral <sup>2</sup>       | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Cloreto de Colina                 | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Total                             | 100  | 100    | 100    | 100    | 100    |
| Composição Química                |  |        |        |        |        |
| Energia metabolizável, Mcal       | 2,750  | 2,750  | 2,750  | 2,750  | 2,750  |
| Proteína bruta, %                 | 19,300   | 19,300 | 19,300 | 19,300 | 19,300 |
| Proteína bruta analisada, %       | 19,600   | 19,800 | 19,600 | 19,200 | 19,800 |
| Amido, %                          | 37,750   | 37,980 | 38,250 | 38,460 | 38,700 |
| Cálcio, %                         | 1,160  | 1,160  | 1,160  | 1,160  | 1,160  |
| Fósforo disponível, %             | 0,394  | 0,394  | 0,394  | 0,394  | 0,394  |
| Cloro, %                          | 0,302  | 0,298  | 0,293  | 0,289  | 0,285  |
| Fibra bruta, %                    | 3,900  | 4,090  | 4,280  | 4,470  | 4,660  |
| Lisina digestível, %              | 1,041  | 1,041  | 1,041  | 1,041  | 1,041  |
| Metionina + Cistina digestível, % | 0,740  | 0,740  | 0,740  | 0,740  | 0,740  |
| Metionina digestível, %           | 0,512  | 0,517  | 0,527  | 0,548  | 0,568  |
| Potássio, %                       | 0,748  | 0,784  | 0,820  | 0,857  | 0,893  |
| Sódio, %                          | 0,221  | 0,221  | 0,221  | 0,221  | 0,221  |
| Custo das rações, R\$/kg          | 0,858  | 0,852  | 0,847  | 0,841  | 0,836  |

<sup>1</sup> Premix Vitaminico (composição por quilo de produto): Ácido Fólico 106,00 mg; Pantotênico 2.490 mg; Antifúngico 5.000 mg; Antioxidante 200 mg; Biotina 21 mg; Coccidiostático 15.000 mg; Colina 118.750 mg; Vitamina K3 525,20 mg; Niacina 7.840 mg; Piridoxina 210 mg; Riboflavina 1.660 mg; Tiamina 360 mg; Vitamina A 2.090.000 UI; Vitamina B12 123.750 mcg; Vitamina D3 525.000UI; Vitamina E 4.175 mg.

<sup>2</sup> Premix Mineral (composição por quilo de produto): Cu 2.000mg; I 190 mg; Mn 18.750 mg; Se 75 mg; Zn 12.500 mg.

TABELA 3. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 29 a 56 dias de idade, na matéria natural

| Ingredientes                    | Níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca (%) |        |        |        |        |
|---------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|
|                                 | 0  | 25     | 50     | 75     | 100    |
| Milho                           | 59,630   | 44,730 | 29,783 | 14,870 | 0,000  |
| Farelo de soja                  | 27,300   | 28,817 | 30,390 | 31,930 | 33,480 |
| Farelo integral de mandioca     | 0,000  | 11,830 | 23,660 | 35,490 | 47,320 |
| Farelo de trigo                 | 9,760  | 10,960 | 12,160 | 13,360 | 14,503 |
| Calcário                        | 0,942  | 0,896  | 0,844  | 0,792  | 0,740  |
| Óleo de soja                    | 0,000  | 0,368  | 0,735  | 1,100  | 1,470  |
| Fosfato bicálcico               | 1,210  | 1,220  | 1,230  | 1,240  | 1,250  |
| Sal                             | 0,410  | 0,403  | 0,395  | 0,388  | 0,380  |
| L-Lisina                        | 0,251  | 0,240  | 0,228  | 0,217  | 0,205  |
| DL-Metionina                    | 0,197  | 0,236  | 0,275  | 0,313  | 0,352  |
| Premix Vitaminico <sup>1</sup>  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Premix Mineral <sup>2</sup>     | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Cloreto de Colina               | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Total                           | 100  | 100    | 100    | 100    | 100    |
| <b>Composição Química</b>       |  |        |        |        |        |
| Energia metabolizável, Mcal     | 2,850  | 2,850  | 2,850  | 2,850  | 2,850  |
| Proteína bruta, %               | 19,500   | 19,500 | 19,500 | 19,500 | 19,500 |
| Proteína bruta analisada, %     | 20,200   | 20,000 | 20,400 | 20,800 | 20,000 |
| Amido, %                        | 40,830   | 40,150 | 39,470 | 38,790 | 38,110 |
| Cálcio, %                       | 0,780  | 0,780  | 0,780  | 0,780  | 0,780  |
| Fósforo disponível, %           | 0,351  | 0,351  | 0,351  | 0,351  | 0,351  |
| Cloro, %                        | 0,277  | 0,272  | 0,267  | 0,262  | 0,257  |
| Fibra bruta, %                  | 3,650  | 3,912  | 4,175  | 4,437  | 4,700  |
| Lisina digestível, %            | 1,006  | 1,006  | 1,006  | 1,006  | 1,006  |
| Metionina+Cistina digestível, % | 0,716  | 0,716  | 0,716  | 0,716  | 0,716  |
| Metionina digestível, %         | 0,448  | 0,472  | 0,497  | 0,521  | 0,546  |
| Potássio, %                     | 0,755  | 0,792  | 0,828  | 0,865  | 0,902  |
| Sódio, %                        | 0,203  | 0,203  | 0,203  | 0,203  | 0,203  |
| Custo das rações, R\$/kg        | 0,858  | 0,858  | 0,858  | 0,858  | 0,858  |

<sup>1</sup> Premix Vitaminico (composição por quilo de produto): Ácido Fólico 106,00 mg; Pantotênico 2.490 mg; Antifúngico 5.000 mg; Antioxidante 200 mg; Biotina 21 mg; Coccidiostático 15.000 mg; Colina 118.750 mg; Vitamina K3 525,20 mg; Niacina 7.840 mg; Piridoxina 210 mg; Riboflavina 1.660 mg, Tiamina 360 mg; Vitamina A 2.090.000 UI; Vitamina B12 123.750 mcg; Vitamina D3 525.000UI; Vitamina E 4.175 mg.

<sup>2</sup> Premix Mineral (composição por quilo de produto): Cu 2.000mg; I 190 mg; Mn 18.750 mg; Se 75 mg; Zn 12.500 mg.

TABELA 4. Composição centesimal, química e energética das dietas ofertadas às aves no período de 57 a 84 dias de idade na matéria natural

| Ingredientes                      | Níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca (%) |        |        |        |        |
|-----------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|
|                                   | 0  | 25     | 50     | 75     | 100    |
| Milho                             | 70,574   | 52,594 | 35,268 | 17,618 | 0,000  |
| Farelo de soja                    | 25,360   | 27,710 | 30,055 | 32,400 | 34,750 |
| Farelo integral de mandioca       | 0,000  | 15,100 | 30,140 | 45,210 | 60,245 |
| Óleo de soja                      | 0,990  | 1,170  | 1,350  | 1,530  | 1,710  |
| Calcário                          | 0,750  | 0,810  | 0,867  | 0,926  | 0,985  |
| Fosfato bicálcico                 | 1,200  | 1,225  | 1,250  | 1,275  | 1,300  |
| Sal                               | 0,332  | 0,321  | 0,312  | 0,301  | 0,290  |
| L-Lisina                          | 0,342  | 0,312  | 0,281  | 0,250  | 0,220  |
| DL-Metionina                      | 0,152  | 0,165  | 0,177  | 0,190  | 0,200  |
| Premix Vitaminico <sup>1</sup>    | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Premix Mineral <sup>2</sup>       | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Cloreto de Colina                 | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  | 0,100  |
| Total                             | 100  | 100    | 100    | 100    | 100    |
| Composição Química                |  |        |        |        |        |
| Energia metabolizável, Mcal       | 3,100  | 3,100  | 3,100  | 3,100  | 3,100  |
| Proteína bruta, %                 | 18,000   | 18,000 | 18,000 | 18,000 | 18,000 |
| Proteína bruta analisada, %       | 18,800   | 18,100 | 18,600 | 18,200 | 18,600 |
| Amido, %                          | 47,420   | 47,437 | 47,455 | 47,472 | 47,490 |
| Cálcio, %                         | 0,686  | 0,737  | 0,788  | 0,839  | 0,890  |
| Fósforo disponível, %             | 0,325  | 0,325  | 0,325  | 0,325  | 0,325  |
| Cloro, %                          | 0,236  | 0,248  | 0,260  | 0,272  | 0,285  |
| Fibra bruta, %                    | 2,880  | 3,125  | 3,370  | 3,615  | 3,860  |
| Lisina digestível, %              | 0,760  | 0,760  | 0,760  | 0,760  | 0,760  |
| Metionina + Cistina digestível, % | 0,756  | 0,756  | 0,756  | 0,756  | 0,756  |
| Metionina digestível, %           | 0,410  | 0,410  | 0,410  | 0,410  | 0,410  |
| Potássio, %                       | 0,678  | 0,724  | 0,770  | 0,816  | 0,862  |
| Sódio, %                          | 0,170  | 0,170  | 0,170  | 0,170  | 0,170  |
| Custo das rações, R\$/kg          | 0,854  | 0,847  | 0,840  | 0,833  | 0,825  |

<sup>1</sup> Premix Vitaminico (composição por quilo de produto): Ácido Fólico 106,00 mg; Pantotênico 2.490 mg; Antifúngico 5.000 mg; Antioxidante 200 mg; Biotina 21 mg; Coccidiostático 15.000 mg; Colina 118.750 mg; Vitamina K3 525,20 mg; Niacina 7.840 mg; Piridoxina 210 mg; Riboflavina 1.660 mg, Tiamina 360 mg; Vitamina A 2.090.000 UI; Vitamina B12 123.750 mcg; Vitamina D3 525.000UI; Vitamina E 4.175 mg.

<sup>2</sup> Premix Mineral (composição por quilo de produto): Cu 2.000mg; I 190 mg; Mn 18.750 mg; Se 75 mg; Zn 12.500 mg.

Embora o programa de alimentação tenha começado na fase pré-inicial, em que as aves receberam uma dieta a base de milho e farelo de soja, o experimento só teve início aos sete dias de idade das aves, quando as parcelas foram homogêneas por peso e se iniciou o fornecimento das dietas experimentais.

O fornecimento de água e ração foi à vontade, sendo realizadas pesagens a cada sete dias, das aves e das sobras de ração de cada parcela experimental, com registros de

mortalidade quando ocorridos, para correção dos valores do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Ao final do experimento foram abatidas duas aves por parcela representando o peso médio da mesma para avaliação do rendimento de carcaça, das partes (asas, dorso, peito, coxa, sobrecoxa e gordura abdominal) e das vísceras comestíveis (fígado, coração e moela).

As aves selecionadas com o desvio padrão de  $\pm 5\%$  do peso médio da parcela foram submetidas a jejum por quatro horas e em seguida, pesadas individualmente, abatidas, sangradas na jugular, depenadas, evisceradas, novamente pesadas para obtenção do peso da carcaça (sem os pés, cabeça e gordura total) e armazenadas em um freezer a  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Em seguida, foram pesadas as vísceras comestíveis (fígado, coração e moela) e não-comestíveis destinadas a graxaria (intestinos e resíduos) e a gordura abdominal. No dia seguinte, foram efetuados os pesos dos cortes nobres (peito, coxa, sobrecoxa, asa e dorso).

Para análise econômica, foram avaliados o custo da alimentação, a renda bruta, a margem bruta e a rentabilidade, segundo o método descrito por Lana (2000), em que o custo da alimentação foi obtido multiplicando-se o preço da ração no tratamento pelo consumo da parcela no período criatório; a receita bruta foi obtida multiplicando-se o valor do ganho de peso pelo preço do frango vivo; a margem bruta por meio de diferença entre a receita bruta e o custo de alimentação e, por fim, a rentabilidade foi obtida por meio da multiplicação da margem bruta por 100 e dividido pelo custo da alimentação.

Na avaliação econômica, o preço de venda do frango de corte e os preços dos ingredientes adotados foram os praticados na região no período da realização do experimento conforme indicado na Tabela 5.



TABELA 5. Preço dos ingredientes utilizados na formulação das rações experimentais e do frango vivo por quilo

| Ingredientes  | Preço por quilo (R\$) |
|---|-----------------------|
| Farelo integral de mandioca                         | 0,37                  |
| Milho   | 0,56                  |
| Farelo de soja                                      | 1,40                  |
| Farelo de trigo                                     | 0,60                  |
| Óleo de soja  | 2,00                  |
| Calcário  | 0,05                  |
| Fosfato bicálcico                                   | 1,70                  |
| Sal comum   | 0,05                  |
| Lisina  | 7,50                  |
| DL-Metionina  | 12,00                 |
| Cloreto de colina                                   | 3,20                  |
| Premix vitamínico                                   | 12,50                 |
| Premix mineral                                      | 8,00                  |
| Frango vivo tipo caipira (valor de mercado à época) | 5,00                  |

Os resultados foram submetidos à análise da variância e ao teste de regressão, utilizando-se o programa computacional SAS (SAS, 2001) e para análise da significância foi utilizado o teste de Fisher a 5% de probabilidade, seguindo-se o modelo  $\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$ , onde:

$\hat{Y}_{ij}$  = parâmetros avaliados em cada unidade experimental j recebendo o tratamento i;

$\mu$  = média estimada;

$T_i$  = efeito do nível de substituição do milho pelo farelo integral de raízes de mandioca, sendo  $i = 1, 2, \dots, 5$  os níveis de substituição 0, 25, ..., 100%;

$J = 1, 2, \dots, 6$  repetições dentro de cada nível de substituição; e

$\epsilon_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

## Resultados e Discussão

A substituição do milho pelo farelo integral de mandioca em níveis crescentes provocou um déficit de proteína que foi suprido pelo aumento da quantidade de farelo de soja. Com isso a quantidade de lisina industrial adicionada às dietas para atendimento das

exigências nutricionais foi sendo reduzida da dieta referência com 0% até o nível de 100% de inclusão de farelo integral de mandioca. Contudo, todas as dietas foram formuladas para atendimento dos requerimentos nutricionais mínimos das aves (Tabelas 2, 3 e 4).

As médias de peso vivo, de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar das aves por fase de produção são apresentadas na Tabela 6.

TABELA 6. Médias de peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), observadas em função da inclusão de farelo integral de mandioca

| Variável | Fase (d) | Níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca (%) |             |             |             |             | CV  | P*   | R <sup>2</sup> |
|----------|----------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|------|----------------|
|          |          | 0  | 25          | 50          | 75          | 100         |     |      |                |
| PV, g    | 07       | 124,8±0,6  | 125,65±2    | 125,75±1    | 125,55±2    | 125,14±1    | 1,1 | NS   | -              |
|          | 28       | 840,27±42  | 748,61±36   | 775,70±67   | 754,17±27   | 767,36±38   | 5,7 | 0,02 | 0,82           |
|          | 56       | 2203,47±81   | 2177,08±65  | 2186,81±91  | 2325,69±80  | 2315,28±58  | 3,4 | 0,01 | 0,81           |
|          | 84       | 3291,67±120  | 3325,69±102 | 3431,25±132 | 3349,31±87  | 3387,50±131 | 3,4 | 0,01 | 0,99           |
| GP, g    | 07-28    | 715,47±42  | 622,96±35   | 649,95±66   | 628,62±26   | 642,22±38   | 6,7 | 0,02 | 0,81           |
|          | 29-56    | 1363,19±92   | 1428,47±79  | 1411,11±69  | 1571,52±76  | 1547,91±27  | 4,9 | 0,02 | 0,98           |
|          | 57-84    | 1088,19±99   | 1148,61±73  | 1244,44±88  | 1023,61±52  | 1072,22±244 | 8,0 | 0,02 | 0,98           |
|          | 07-84    | 3166,86±120  | 3200,04±102 | 3305,50±132 | 3273,75±87  | 3262,36±131 | 3,6 | NS   | -              |
| CR, g    | 07-28    | 1244,86±26   | 1055,06±51  | 1122,90±95  | 1220,83±26  | 1133,33±146 | 7,1 | NS   | -              |
|          | 29-56    | 3021,52±84   | 3170,83±75  | 3172,66±33  | 3480,55±151 | 3470,83±262 | 3,3 | 0,01 | 0,99           |
|          | 57-84    | 3383,47±196  | 3578,75±110 | 3774,02±263 | 3969,30±195 | 4164,38±260 | 5,6 | 0,01 | 0,91           |
|          | 07-84    | 7571,58±217  | 7882,06±125 | 8192,53±196 | 8503,00±351 | 8813,47±326 | 3,1 | 0,02 | 0,98           |
| CA, g/g  | 07-28    | 1,74±0,11  | 1,69±0,12   | 1,75±0,3    | 1,94±0,09   | 1,77±0,30   | 10  | NS   | -              |
|          | 29-56    | 2,22±0,12  | 2,23±0,13   | 2,25±0,12   | 2,22±0,12   | 2,24±0,16   | 5,1 | NS   | -              |
|          | 57-84    | 3,04±0,38  | 3,24±0,30   | 3,09±0,22   | 3,63±0,31   | 3,88±0,18   | 7,5 | 0,01 | 0,92           |
|          | 07-84    | 2,39±0,12  | 2,44±0,06   | 2,48±0,06   | 2,59±0,09   | 2,69±0,14   | 3,8 | 0,01 | 0,92           |

CV = Coeficiente de variação; P\* = Probabilidade ao nível de 5%; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; g = peso (g).

Aos sete dias de idade as parcelas foram uniformizadas por peso vivo das aves para início do fornecimento das rações experimentais. Os pesos aos 28, 56 e 84 dias de idade, quando submetidos à análise de regressão apresentaram significância com comportamentos distintos entre eles.

Aos 28 dias o peso médio das aves apresentou efeito linear decrescente, nas fases crescimento (29-56 dias) e final (57-84 dias) observou-se efeito linear crescente, oposto ao verificado no período inicial, com repercussões sobre o ganho de peso nos períodos, o que pode ter sido influenciado pelo aumento no consumo de ração.

O consumo de ração na fase inicial não foi observado efeito significativo, indicando que a substituição do milho pelo farelo integral de mandioca não teve influência sobre este parâmetro.

Nas fases de crescimento e final observou-se efeito linear crescente, com aumento no consumo de ração de 25,74 g e de 7,81 g, respectivamente para cada 1% de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca, estimado pelas equações  $\hat{Y} = 3.021,52 + 25,74X$  ( $R^2 = 0,99$ ) para crescimento e  $\hat{Y} = 3383,47 + 7,81X$  ( $R^2 = 0,91$ ) para a fase final.

No período total (7-84 dias) também se observou efeito linear crescente ( $\hat{Y} = 7571,58 + 12,42X$ ,  $R^2 = 0,98$ ), indicando um aumento médio no consumo de ração durante todo período de criação de 12,42 g para cada 1% de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca nas dietas.

O aumento no consumo de ração a partir dos 28 dias de idade pode ter ocorrido em função da baixa taxa de enchimento físico e para atendimento dos requerimentos de energia do organismo. Apesar das dietas terem sido peletizadas para facilitar a apreensão do alimento pelos animais, possivelmente os péletes se esfarelaram ao longo do esôfago e proventrículo, chegando à moela e intestinos em partículas finas, característica esta imposta ao produto na fase de moagem das raízes para formação do farelo.

Dahlke et al. (2003), Parsons et al. (2006) e López et al. (2007) relataram que o tamanho de partícula e forma física do alimento podem influenciar a ingestão, a fisiologia do trato gastrintestinal e o desempenho produtivo das aves, e Opalinsk et al. (2010) relataram que a granulometria mais fina (1,5 mm) do farelo de soja da dieta aumentou o consumo de ração em 2% sobre a ração com maior granulometria (4,0 mm). Além disso, os polissacarídeos não amiláceos contidos no farelo integral de mandioca podem ter prejudicado a digestão e absorção dos nutrientes contidos nas dietas fazendo com que as aves aumentassem o consumo a fim de atender suas necessidades energéticas.

Nascimento et al. (2005) relatam que a raspa de mandioca apresenta fatores anti-nutricionais, como os polissacarídeos não amiláceos, que provocam menor eficiência da dieta, menor ganho diário e diminuição na digestibilidade de diversos nutrientes da dieta o que poderia justificar a diminuição do desempenho das aves com o aumento dos níveis de inclusão do farelo integral de mandioca.

Para a variável ganho de peso observou-se comportamentos distintos nas várias fases de criação. Na fase inicial verificou-se efeito linear decrescente de 2,44 g no ganho de peso para cada 1% de substituição, estimado pela equação  $\hat{Y} = 703,43 - 2,44X$  ( $R^2 = 0,81$ ).

Na fase de crescimento foi observado efeito linear crescente, estimado pela equação  $\hat{Y} = 1363,19 + 13,96X$  ( $R^2 = 0,98$ ), indicando um ganho de peso médio de 13,96 g nas aves para cada 1% de substituição.

Para a fase final verificou-se efeito quadrático apresentando um ganho de peso médio de 1187,24 g quando o nível de substituição atingiu o nível de 53,56%, estimado pela equação  $\hat{Y} = 1092 + 3,5564X - 0,0664X^2$  ( $R^2 = 0,98$ ), com a inclusão de 32,28% do farelo integral de mandioca na dieta. Entretanto, no período total (7-84 dias) a variável ganho de peso apresentou efeito quadrático com o melhor ganho de peso estimado em 3.284,6 g para o nível de substituição de 70,37% ( $\hat{Y} = 3156,4 + 3,645X - 0,0259X^2$ ,  $R^2 = 0,83$ ), representando um nível de inclusão de 42,42% de farelo integral de mandioca na dieta.

A perda de peso durante a fase inicial pode ter sido provocada por um prejuízo no processo de digestão e absorção dos nutrientes pela quantidade de polissacarídeos não amiláceos disponibilizado pelo farelo integral de mandioca das rações experimentais, em função da imaturidade do trato digestivo das aves em digerir tais compostos. Noy e Sklan (1995) relatam que a ingestão de nutrientes estimula o desenvolvimento do trato gastrointestinal da ave, porém a síntese limitada de enzimas pancreáticas durante os primeiros dias após a eclosão pode limitar seu crescimento.

No entanto, com o aumento da idade das aves, provavelmente, ocorreu melhora na maturidade do trato digestivo com possível aumento de secreções enzimáticas e da população de bactérias simbióticas que colonizam o trato digestivo das aves capazes de fermentar parte dos conteúdos fibrosos da dieta.

Francesch (1996) relata que a restrição do trânsito intestinal e o aumento na quantidade de material não digerido na porção distal do intestino delgado ajuda as bactérias a se multiplicarem e migrarem para porções mais altas do intestino delgado, o que pode ter implicado em aumento na digestão de nutrientes e absorção de metabólitos melhorando o ganho de peso dos animais deste experimento, o que pode resultar em aumento de consumo de ração.

Do mesmo modo, Shakouri et al. (2006) relatam que a manipulação da dieta como fornecedora de substrato pode afetar a composição e a atividade da fauna intestinal de frangos de corte e que a inclusão de diferentes tipos de polissacarídeos não amiláceos à dieta pode modificar a população microbiana de todo intestino.

Observou-se ainda que o ganho de peso das aves nas fases de crescimento e final foi capaz de suplantiar as perdas ocorridas durante a fase inicial evidenciando um ganho de peso compensatório, influenciado principalmente pelo aumento do consumo de ração nas fases de crescimento e final.

Para a variável conversão alimentar não se verificou efeito significativo da substituição nas fases inicial e de crescimento, no entanto, na fase final (57-84 dias) observou-se efeito linear crescente com aumento na taxa de conversão alimentar de 6 g para cada 1% de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca ( $\hat{Y} = 3,03 + 0,006X$ ,  $R^2 = 0,92$ ).

No período total (7-84 dias) também se observou efeito linear crescente na taxa de conversão alimentar, com aumento de dois gramas para cada ponto percentual de

substituição, estimado pela equação  $\hat{Y} = 2,39 + 0,002X$  ( $R^2 = 0,92$ ). Isto demonstra que a conversão alimentar foi fortemente influenciada pelo consumo de ração na fase final da criação, sendo capaz de influir no resultado de todo período experimental uma vez que durante as duas primeiras fases experimentais não foi observado significância para a variável.

Resultados semelhantes foram observados por Nascimento et al. (2005) e Ukachukwu (2008) com frangos de corte e por Costa et al (2009) e Oladunjoye et al. (2010) com poedeiras comerciais. Esses últimos também observaram piora da conversão alimentar nos tratamentos que continham níveis de inclusão elevados de farelo integral de mandioca nas dietas.

Na Tabela 7 podem-se observar os resultados obtidos da avaliação da carcaça e de suas partes, em termos percentuais, em função dos níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca.

TABELA 7. Rendimento percentual dos cortes comerciais e vísceras das carcaças de frangos caipiras em função dos níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca

| Variável (%)      | Níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca (%) |       |       |       |       | CV   | P*   | R <sup>2</sup> |
|-------------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|----------------|
|                   | 0  | 25    | 50    | 75    | 100   |      |      |                |
| Carcaça           | 88,33  | 89,20 | 88,67 | 88,68 | 88,31 | 5,2  | NS   | -              |
| Asa               | 10,40  | 9,85  | 9,77  | 10,07 | 10,28 | 5,1  | NS   | -              |
| Dorso             | 18,85  | 19,77 | 18,49 | 19,66 | 18,04 | 9,3  | NS   | -              |
| Peito             | 25,46  | 25,55 | 24,97 | 24,19 | 24,71 | 9,0  | NS   | -              |
| Coxa              | 13,78  | 13,30 | 13,18 | 13,21 | 14,16 | 7,3  | NS   | -              |
| Sobrecoxa         | 15,70  | 15,92 | 16,21 | 16,15 | 17,18 | 6,0  | 0,02 | 0,79           |
| Gordura abdominal | 4,76   | 4,65  | 5,11  | 5,20  | 5,50  | 13,0 | 0,01 | 0,87           |
| Fígado            | 1,92   | 1,89  | 2,08  | 2,11  | 2,29  | 13,0 | 0,01 | 0,88           |
| Coração           | 0,57   | 0,50  | 0,64  | 0,60  | 0,60  | 14,0 | NS   | -              |
| Moela             | 3,60   | 3,34  | 3,52  | 3,54  | 3,46  | 18,0 | NS   | -              |

CV= coeficiente de variação; P\* = probabilidade ao nível de 5%; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação.

A análise de regressão para rendimento percentual da carcaça demonstra que para asa, dorso, peito, e coxas não houve efeito significativo. Resultados semelhantes de avaliação de

carcaças de frangos de corte caipiras foram obtidos por Santos et al. (2005) e Takahashi et al. (2006). A produção de carne de peito representa grande porção de síntese de proteína corporal da ave e é sensível ao status de aminoácidos da dieta, portanto, indicando que linhagens desenvolvidas geneticamente para maior rendimento de peito tenham exigência de aminoácidos essenciais superior à de linhagens desenvolvidas primariamente para ganho total (Si et al., 2001).

Para sobrecoxas verificou-se aumento linear de 0,013% para cada 1% de substituição. O aumento no percentual do peso das sobrecoxas observado neste experimento demonstra que a partir do momento em que o organismo atingiu a maturidade em síntese e deposição protéica, o ganho em músculo passa a ser mais distribuído em todo corpo do animal, deixando de depositar prioritariamente para crescimento da musculatura do peito, passando então a haver deposição na musculatura do aparelho locomotor, pois existe a necessidade de reforçar essa musculatura para facilitar a locomoção dos animais em função do aumento do peso corporal sobre o esqueleto.

Também foi observado aumento linear de 0,004% para rendimento de fígado e de 0,008% para deposição de gordura abdominal para cada 1% de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca, indicando um possível aumento da taxa metabólica, em função da maior disponibilidade de carboidratos metabolizados para serem armazenados no organismo na forma de gordura abdominal. Bertechini (2006) descreve que a maior parte dos carboidratos absorvidos são metabolizados na forma de gordura, o que representa a reserva energética do animal.

O possível aumento da taxa de excreção de nitrogênio na fase final de criação, com maior disponibilidade de esqueletos carbônicos da cadeia protéica, pode ter contribuído para maior síntese e deposição de gordura no organismo, influenciado pela metabolização do amido da mandioca que é mais digestível que o amido do milho em função das ligações

glicosídicas que o compõe. Segundo Longo et al. (2005) a energia bruta do amido da mandioca apresenta 97,89% de digestibilidade sendo mais digestível que o amido do milho, em função da estrutura química com ligações glicosídicas ramificadas.

Quando as aves atingiram o máximo de deposição protéica e crescimento muscular, possivelmente o excesso de nutrientes foi metabolizado para deposição de gordura na carcaça, passando o crescimento orgânico a ocorrer de forma mais lenta, com isso o consumo de proteína da dieta continuou constante, submetendo o organismo da ave a elevado custo metabólico para excreção do excesso de nitrogênio consumido. Esse prejuízo é relatado por Costa et al. (2001), ao afirmarem que o gasto energético para incorporar um aminoácido na cadeia protéica estimado em 4 mol de ATP e o custo para excretar um aminoácido é estimado em torno de 6 e 18 mol de ATP, podendo variar de acordo com a quantidade de nitrogênio presente no aminoácido.

Carrijo et al. (2010) avaliando níveis de inclusão de até 45% de farelo de raspa integral de mandioca em dietas de frangos de corte fêmeas da linhagem Label Rouge também não observaram significância para as variáveis de desempenho e características de carcaça.

Os resultados obtidos neste experimento apontam um aumento no percentual de deposição de gordura abdominal em 0,008%. Este aumento pode ser justificado pelo manejo imposto às aves que foram mantidas totalmente confinadas por todo o período de criação, divergindo dos observados por Carrijo et al. (2010) que observaram diminuição no percentual de deposição de gordura abdominal. Esses autores afirmam ainda que, aves fêmeas de crescimento lento, apresentam menor percentual de gordura abdominal, quando criadas em sistema semiconfinado, quando comparadas aquelas criadas em sistema confinado.

O uso de ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja em rações para aves, geralmente causa desconfiança ao produtor rural mesmo quando os resultados do ponto de



vista zootécnico são satisfatórios, principalmente àqueles que usam frequentemente milho e farelo de soja até em épocas de escassez de produto provocando aumento nos preços. Desta forma, a avaliação econômica é vista como balizador para o uso de alimentos alternativos na alimentação animal (Tabela 8).

TABELA 8. Valores médios e desvio padrão para receita bruta, custo da alimentação, margem bruta e rentabilidade nos níveis de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca

| Nível de substituição                            | Receita bruta (R\$/ave)            | Custo da alimentação (R\$/ave) | Margem bruta (R\$/ave)              | Rentabilidade (%) |
|--|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Período de 07 a 28 dias de idade                 |                                    |                                |                                     |                   |
| 0  | 3,58±0,21                          | 1,07±0,02                      | 2,50±0,21                           | 100,00±19,83      |
| 25   | 3,11±0,18                          | 0,90±0,04                      | 2,21±0,18                           | 105,13±26,23      |
| 50   | 3,24±0,33                          | 0,95±0,08                      | 2,29±0,40                           | 104,45±59,61      |
| 75   | 3,14±0,13                          | 1,02±0,02                      | 2,11±0,13                           | 87,60±14,37       |
| 100  | 3,21±0,19                          | 0,94±0,12                      | 2,26±0,26                           | 104,00±56,38      |
| CV   | 6,7                                | 7,1                            | 11                                  | 17                |
| R <sup>2</sup>                                   | NS                                 | NS                             | NS                                  | NS                |
| Equação  | -                                  | -                              | -                                   | -                 |
| Período de 29 a 56 dias de idade                 |                                    |                                |                                     |                   |
| 0  | 5,73±0,46                          | 2,59±0,07                      | 4,22±0,42                           | 100,00±14,45      |
| 25   | 6,02±0,40                          | 2,72±0,06                      | 4,42±0,39                           | 99,87±14,80       |
| 50   | 6,17±0,35                          | 2,72±0,06                      | 4,33±0,31                           | 97,73±9,39        |
| 75   | 5,47±0,38                          | 2,98±0,13                      | 4,87±0,37                           | 100,00±14,92      |
| 100  | 3,91±0,13                          | 2,98±0,11                      | 4,76±0,20                           | 98,40±11,64       |
| CV   | 4,9                                | 3,3                            | 7,6                                 | 8,1               |
| R <sup>2</sup>                                   | 0,80                               | 0,88                           | 0,74                                | NS                |
| Equação  | 6,804+0,0103X                      | 2,59+0,0042X                   | 4,214+0,0061X                       | -                 |
| Período de 57 a 84 dias de idade                 |                                    |                                |                                     |                   |
| 0  | 5,44±0,49                          | 2,79±0,17                      | 2,64±0,58                           | 100,00±26,83      |
| 25   | 5,74±0,46                          | 3,13±0,09                      | 2,60±0,47                           | 87,00±16,22       |
| 50   | 6,22±0,42                          | 3,22±0,22                      | 2,99±0,37                           | 97,63±14,44       |
| 75   | 5,53±0,31                          | 3,25±0,16                      | 2,28±0,27                           | 73,52±8,94        |
| 100  | 5,39±0,23                          | 3,42±0,21                      | 1,97±0,35                           | 60,68±14,15       |
| CV   | 6,8                                | 5,6                            | 16,5                                | 21                |
| R <sup>2</sup>                                   | 0,67                               | 0,88                           | 0,78                                | 0,77              |
| Equação  | 5,433+0,0222X-0,0002X <sup>2</sup> | 2,886+0,0054X                  | 2,5937+0,0121X-0,0002X <sup>2</sup> | 102,19-0,37X      |
| Período de 07 a 84 dias de idade (período total) |                                    |                                |                                     |                   |
| 0  | 15,83±0,60                         | 6,45±0,19                      | 9,37±0,68                           | 100,00±13,41      |
| 25   | 16,00±0,51                         | 6,75±0,11                      | 9,24±0,44                           | 94,04±5,62        |
| 50   | 16,52±0,66                         | 6,89±0,23                      | 9,62±0,46                           | 95,95±3,80        |
| 75   | 16,36±0,51                         | 7,26±0,30                      | 9,10±0,49                           | 86,26±9,15        |
| 100  | 16,31±0,66                         | 7,35±0,21                      | 8,95±0,63                           | 83,80±9,39        |
| CV   | 3,6                                | 3,08                           | 5,9                                 | 6,6               |
| R <sup>2</sup>                                   | NS                                 | 0,97                           | 0,60                                | 0,88              |
| Equação  | NS                                 | 6,478+0,0092X                  | 9,317+0,0068X-0,0001X <sup>2</sup>  | 100,05-0,16X      |

\*CV= coeficiente de variação; R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinação das equações de regressão.

Os resultados obtidos pela análise de regressão demonstram que não houve significância para receita bruta na fase inicial do experimento, porém na fase de crescimento

foi observado aumento linear na receita de R\$ 0,01 por ave para cada 1% de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca nas dietas.

Na fase final da criação também foi verificado efeito quadrático quando o nível de substituição atingiu o máximo de 55,5%, representando uma inclusão de 33,45% de farelo integral de mandioca, o que proporcionou uma receita bruta de R\$ 6,05 por ave, estimados pela equação  $\hat{Y} = 5,433 + 0,0222X - 0,0002X^2$  ( $R^2 = 0,67$ ). No entanto, quando a análise foi realizada para o período total não foi observado efeito significativo para esta variável, indicando que tanto o milho como o farelo integral de mandioca quando usados para alimentação de frangos de corte caipiras possivelmente proporcionarão receita bruta semelhantes.

O custo da alimentação na fase inicial do experimento não apresentou efeito significativo, porém na fase de crescimento foi observado aumento linear de R\$ 0,004 por ave e na fase final o custo da alimentação também aumentou linearmente em R\$ 0,005 por ave para cada 1% de substituição do milho pelo farelo integral de mandioca.

No período total da criação foi observado aumento significativo de R\$ 0,009 por ave para cada 1% de substituição. Os aumentos de consumo de ração observados nas fases de crescimento e final também determinaram aumento no consumo no período total de criação, deste modo verificou-se aumento no custo de alimentação das aves, indicando que o farelo integral de mandioca pode provocar aumento no custo de alimentação de frangos de corte caipiras.

Para a margem bruta não foi observado efeito significativo na fase inicial de criação, porém na fase de crescimento foi observado aumento em R\$ 0,006 por ave, para cada 1% de substituição. Na fase final de criação observou-se efeito quadrático quando o nível de substituição foi de 30,25%, representado pela inclusão de 18,23% de farelo integral de mandioca na dieta, estimado pela equação  $\hat{Y} = 2,5937 + 0,0121X - 0,0002X^2$  ( $R^2 = 0,78$ ),

proporcionando uma lucratividade máxima de R\$ 2,77.

No período total de criação também se verificou efeito quadrático quando o nível de substituição foi de 34% representando a inclusão de 20,49% de farelo integral de mandioca proporcionando uma lucratividade bruta de R\$ 9,43 por ave, estimados pela equação  $\hat{Y} = 9,317 + 0,0068X - 0,0001X^2$  ( $R^2 = 0,60$ ), indicando que, para as fases inicial e crescimento, a substituição do milho pelo farelo integral de mandioca pode proporcionar ganhos econômicos ao produtor e que esses ganhos podem ser limitados quando a substituição for realizada em todas as fases da criação.

Quanto ao percentual de rentabilidade bruta não foi observado efeito significativo nas fases inicial e crescimento. Contudo, na fase final a rentabilidade bruta diminuiu em 0,35% para cada ponto percentual de substituição, o mesmo ocorrendo no período total da criação, porém com diminuição linear de 0,23% por ave. Isso demonstra que a inclusão do farelo integral de mandioca pode ser realizada nas fases inicial e crescimento sem causar perda de rentabilidade econômica ao produtor, entretanto, a diminuição ocorrida na fase final de criação foi suficiente para influir sobre todo período de criação, apontando para uma possível perda de rentabilidade quando a inclusão for realizada nesta fase.

Os resultados de rentabilidade bruta obtidos neste experimento são superiores aos observados por Freitas et al. (2008) quando realizaram a avaliação econômica da inclusão de farinha de varredura de mandioca em dietas para frangos de corte industriais em até 30% e concluíram ser economicamente viável e divergem parcialmente dos obtidos por Costa et al. (2009) que avaliando a inclusão de raspas de mandioca em dietas para poedeiras semi-pesadas, observaram que sua inclusão nos níveis testados causou redução na produção de ovos e piorou a conversão alimentar das aves, com isso piorando também a margem bruta relativa.

### **Conclusões**

O farelo integral de mandioca pode substituir o milho em até 100% em dietas para frangos caipiras, sem prejuízo para o ganho de peso, consumo de ração e rendimento de carcaça. Contudo, pode acarretar em prejuízo na conversão alimentar das aves na fase final de criação.

A utilização do farelo integral de mandioca é economicamente viável nas fases inicial e crescimento, podendo ocorrer limitação nos resultados econômicos quando a substituição for realizada também na fase final da criação.

### **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE por terem garantido a execução desta.

Ao empresário Rildo Roque Ferraz proprietário da Avícola Ferraz e às empresas Poli-nutri Alimentos Ltda e Uniaves Ltda.

## Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Ed. UFLA, Lavras, MG, 2006, 303p.
- CARRIJO, A.S.; FASCINA, V.B.; SOUZA, K.M.R.; et al. Níveis de farelo da raiz integral de mandioca em dietas para fêmeas de frangos caipiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.131-139, 2010.
- CHAUYNARONG, N.; ELANGOVAN A.V.; IJI P.A. The potential of cassava products in diets for poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.65, p.23-36, 2009.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.5, p.1498-1505, 2001.
- COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C.; COSTA, J.S.; et al. Desempenho, qualidade de ovos e análise econômica da produção de poedeiras semipesadas alimentadas com diferentes níveis de raspa de mandioca, **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.1, p.13-18, 2009.
- DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; et al. Effects of corn particle size and physical form of the diet on the gastrointestinal structures of broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.5, p.61-67, 2003.
- FAO. FAOSTAT Production database. **Food and Agriculture Organization of the United Nation**, 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault>>. Acesso em: 30 Dez 2010.
- FRANCESCH, M. Bases de la utilizacion de complejos enzimaticos en aviculture. In: **Avances en nutricion y alimentacion animal**. Madrid: FEDNA, p.119-131, 1996.
- FREITAS, C.R.G.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; et al. Inclusão da farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte, **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 30, n. 2, p. 155-163, 2008.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 Dez 2010.
- KRABBE, E.L. **Níveis de sódio, tamanho de partículas da dieta e peso do pinto à eclosão e o desempenho na fase pré-inicial (1 a 7 dias)**. 2000. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- LANA, G.R.Q. **Avicultura**. 1. ed. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2000.

- LARBIER, M; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**, NOTTINGHAM UNIVERSITY PRESS. 305 p., 1994.
- LONGO, F.A.; MENTEN, J.F.M.; PEDROSO, A.A.; et al. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.123-133, 2005.
- LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; et al. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.
- LUDKE, J.V.; BERTOL, T.M.; MAZZUCO, H.; et al. Uso racional da mandioca e subprodutos na alimentação de aves e suínos. In: **Processamento e utilização da mandioca**. SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P., et al., Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2005. cap.8, p.299-443, 2005.
- MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R.; et al. Níveis de energia metabolizável e relações energia:proteína para aves de corte de crescimento lento criadas em sistema semiconfinado **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.23-30, 2007.
- NASCIMENTO, G.A.J.; COSTA, F.G.P.; JÚNIOR, V.S.A.; et al. Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final, **Ciência agrotécnica**, v.29, n.1, p.200-207, 2005.
- NASCIMENTO, D.C.N.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; et al. Exigências de metionina+cistina digestível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.869-878, 2009.
- NASCIMENTO, D.C.N.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; et al. Exigências de lisina digestível para aves de corte da linhagem ISA Label criadas em semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1128-1138, 2009.
- NIR, I.; HILLEL, R.; PTCHI, I.; et al. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, v.74, p.771-783, 1995.
- NIR, I.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; et al. Effect of grain particle size performance. Grain texture interactions. **Poultry Science, Champaign**, v.73, p.781-791, 1994.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chicks. **Poultry Science**, v.74, n.2, p.366-373, 1995.
- OLADUNJOYE I.O., OJEBIYI O., AMAO O.A. Effect of feeding processed cassava (*manihot esculenta* Crantz) peel meal based diet on the performance characteristics, egg quality and blood profile of laying chicken, **Agricultura Tropica et Subtropica**, v.43, n.2, 2010.
- OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; ROCHA; et al. Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada melhora desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.40, n.3, p.628-632, 2010.

- PARSONS, A.S.; BUCHANAN, N.P.; BLEMINGS, K.P.; et al. Effect of corn particle size and pellet texture on broiler performance in the growing phase. **Journal Applied of Poultry Research**, v.15, p.245-255, 2006.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005. 141p.
- SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R.; et al. Comparison of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, n.2, p.85-92, 2005.
- SAS-Statistics Analysis System. **User's guide**: statistics: version 8. Cary: SAS, 2001.
- SHAKOURI, M.D.; KERMANSHAHI, H.; MOHSENZADEH, M. Effect of Different non Starch Polysaccharides in Semi Purified Diets on Performance and Intestinal Microflora of Young Broiler Chickens, **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.4, p.557-561, 2006.
- SI, J.; FRITTS, C.A.; BURNHAM, D.J.; et al. Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. **Poultry Science**, v.80, p.1472-1479, 2001.
- TAKAHASHI, S.E.; MENDES, A.A.; SALDANHA, E.S.P.B.; et al. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.624-632, 2006.
- UKACHUKWU, S.N. Effect of composite cassava meal with or without palm oil and/or methionine supplementation on broiler performance, **Livestock Researche for Rural Development**, v.20, n.4, 2008.

## **ANEXOS**



## **NORMAS PARA PREPARAÇÃO DE TRABALHOS CIENTÍFICOS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**

Disponível em: <http://www.rbz.ufv.br/rbz/arquivos/Normas%202010.pdf>

### **Instruções gerais**

A RBZ publica artigos científicos originais nas áreas de Aquicultura; Forragicultura; Melhoramento, Genética e Reprodução; Monogástricos; Ruminantes; e Sistemas de Produção Animal e Agronegócio. A RBZ poderá publicar, a convite, artigos de revisão de assuntos de interesse e relevância para a comunidade científica.

O envio dos manuscritos é feito exclusivamente pelo site da SBZ (<http://www.sbz.org.br>), link Revista, juntamente com a carta de encaminhamento, conforme instruções no link "Envie seu manuscrito".

O texto deve ser elaborado segundo as normas da RBZ e orientações disponíveis no link "Instruções aos autores".

O pagamento da taxa de tramitação (pré-requisito para emissão do número de protocolo), no valor de R\$ 45,00 (quarenta e cinco reais), deve ser realizado por meio de boleto bancário, disponível no site da SBZ.

A taxa de publicação para 2010 é diferenciada para associados e não-associados da SBZ. Para associados, a taxa é de R\$ 140,00 (até 8 páginas no formato final) e R\$ 50,00 para cada página excedente. Uma vez aprovado o manuscrito, todos os autores devem estar em dia com a anuidade da SBZ do ano corrente, exceto coautor que não milita na área, desde que não seja o primeiro autor e que não publique mais de um artigo no ano corrente (reincidência). Para não-associados, serão cobrados R\$ 110,00 por página (até 8 páginas no formato final) e R\$ 220,00 para cada página excedente.

No processo de publicação, os artigos são avaliados por revisores ad hoc indicados pelo Conselho Científico, composto por profissionais qualificados na área e coordenados pelo Conselho Editorial da RBZ. A política editorial da RBZ consiste em manter o alto padrão científico das publicações, por intermédio de colaboradores de elevado nível técnico. O Editor-Chefe e o Conselho Científico, em casos especiais, têm autonomia para decidir sobre a publicação do artigo.

**Idioma:** português ou inglês.

### **Formatação de texto**

O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman 12, espaço duplo (exceto Resumo, Abstract e Tabelas, que devem ser elaborados em espaço 1,5), margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente.

O manuscrito pode conter até 25 páginas. As linhas devem ser numeradas da seguinte forma: Menu ARQUIVO/CONFIGURAR PÁGINA/LAYOUT/NÚMEROS DE LINHA.../NUMERAR LINHAS e a paginação deve ser contínua, em algarismos arábicos, centralizada no rodapé.

### **Estrutura do artigo**

O artigo deve ser dividido em seções com título centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos (opcional) e Referências.

Não são aceitos subtítulos. Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

### **Título**

Deve ser preciso, sucinto e informativo, com 20 palavras no máximo. Digitá-lo em negrito e centralizado, segundo o exemplo: Valor nutritivo da cana-de-açúcar para bovinos em crescimento. Deve apresentar a chamada "1" somente quando a pesquisa foi financiada. Não citar "parte da tese..."

### **Autores**

A RBZ permite até oito autores. A primeira letra de cada nome/sobrenome deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto). Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto).

Digitar o nome dos autores separados por vírgula, centralizado e em negrito, com chamadas de rodapé numeradas e em sobrescrito, indicando apenas a instituição à qual estavam vinculados à época de realização da pesquisa (instituição de origem), e não a atual. Não citar vínculo empregatício, profissão e titulação dos autores. Informar o endereço eletrônico somente do responsável pelo artigo.

## **Resumo**

Deve conter no máximo 1.800 caracteres com espaços. As informações do resumo devem ser precisas e informativas. Resumos extensos serão devolvidos para adequação às normas.

Deve sumarizar objetivos, material e métodos, resultados e conclusões. Não deve conter introdução. Referências bibliográficas nunca devem ser citadas no resumo.

O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por RESUMO, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

## **Abstract**

Deve aparecer obrigatoriamente na segunda página e ser redigido em inglês científico, evitando-se traduções de aplicativos comerciais.

O texto deve ser justificado e digitado em espaço 1,5, começando por ABSTRACT, em parágrafo único, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

## **Palavras-chave e Keywords**

Apresentar até seis (6) palavras-chave e key words imediatamente após o resumo e abstract, respectivamente, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separadas por vírgulas. Não devem conter ponto-final.

## **Introdução**

Deve conter no máximo 2.500 caracteres com espaços, resumindo a contextualização breve do assunto, as justificativas para a realização da pesquisa e os objetivos do trabalho. Evitar discussão da literatura na introdução. A comparação de hipóteses e resultados deve ser feita na discussão.

Trabalhos com introdução extensa serão devolvidos para adequação às normas.

## **Material e Métodos**

Se for pertinente, descrever no início da seção que o trabalho foi conduzido de

acordo com as normas éticas e aprovado pela Comissão de Ética e Biosegurança da instituição.

Descrição clara e com referência específica original para todos os procedimentos biológicos, analíticos e estatísticos. Todas as modificações de procedimentos devem ser explicadas.

### **Resultados e Discussão**

Os resultados devem ser combinados com discussão. Dados suficientes, todos com algum índice de variação, devem ser apresentados para permitir ao leitor a interpretação dos resultados do experimento. A discussão deve interpretar clara e concisamente os resultados e integrar resultados de literatura com os da pesquisa para proporcionar ao leitor uma base ampla na qual possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas.

Evitar parágrafos soltos e citações pouco relacionadas ao assunto.

### **Conclusões**

Devem ser redigidas no presente do indicativo, em parágrafo único e conter no máximo 1.000 caracteres com espaço.

Não devem ser repetição de resultados. Devem ser dirigidas aos leitores que não são necessariamente profissionais ligados à ciência animal. Devem resumir claramente, sem abreviações ou citações, o que os resultados da pesquisa concluem para a ciência animal.

### **Agradecimentos**

Esta seção é opcional. Deve iniciar logo após as Conclusões.

### **Abreviaturas, símbolos e unidades**

Abreviaturas, símbolos e unidades devem ser listados conforme indicado na página da RBZ, link "Instruções aos autores", "Abreviaturas".

Deve-se evitar o uso de abreviações não-consagradas, como por exemplo: "o T3 foi maior que o T4, que não diferiu do T5 e do T6". Este tipo de redação é muito cômoda para o autor, mas é de difícil compreensão para o leitor.

## **Tabelas e Figuras**

É imprescindível que todas as tabelas sejam digitadas segundo menu do Word "Inserir Tabela", em células distintas (não serão aceitas tabelas com valores separados pelo recurso ENTER ou coladas como figura). Tabelas e figuras enviadas fora de normas serão devolvidas para adequação.

Devem ser numeradas sequencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto.

O título das tabelas e figuras deve ser curto e informativo, evitando a descrição das variáveis constantes no corpo da tabela.

Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas e unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas, que deve ser referenciada.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

As figuras devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw (extensão CDR), para possibilitar a edição e possíveis correções.

Usar linhas com no mínimo 3/4 ponto de espessura.

As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas.

Não usar negrito nas figuras.

Os números decimais apresentados no interior das tabelas e figuras devem conter vírgula, e não ponto.

## **Citações no texto**

As citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação. Quando houver dois autores, usar & (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al.

### **Comunicação pessoal (ABNT-NBR 10520).**

Não fazem parte da lista de referências, por isso são colocadas apenas em nota de rodapé. Coloca-se o sobrenome do autor seguido da expressão “comunicação pessoal”, a data da comunicação, o nome, estado e país da instituição à qual o autor é vinculado.

### **Referências**

Baseia-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 6023). As referências devem ser redigidas em página separada e ordenadas alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es).

Digitá-las em espaço simples, alinhamento justificado e recuo até a terceira letra a partir da segunda linha da referência. Para formatá-las, siga as seguintes instruções:

No menu FORMATAR, escolha a opção PARÁGRAFO... RECUO ESPECIAL, opção DESLOCAMENTO... 0,6 cm.

Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto-e-vírgula e, naquelas com mais de três autores, os três primeiros vêm seguidos de et al. As iniciais dos autores não podem conter espaços. O termo et al. não deve ser italizado nem precedido de vírgula.

Indica(m)-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado (s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes.

O recurso tipográfico utilizado para destacar o elemento título é negrito e, para os nomes científicos, itálico.

No caso de homônimos de cidades, acrescenta-se o nome do estado (ex.: Viçosa, MG; Viçosa, AL; Viçosa, RJ).

### **Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva**

A entidade é tida como autora e deve ser escrita por extenso, acompanhada por sua respectiva abreviatura. No texto, é citada somente a abreviatura correspondente.

Quando a editora é a mesma instituição responsável pela autoria e já tiver sido mencionada, não é indicada.

HOLANDA, M.A.C. Utilização do farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em ...

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.

### **Livros e capítulos de livro**

Os elementos essenciais são: autor(es), título e subtítulo (se houver), seguidos da expressão "In:", e da referência completa como um todo. No final da referência, deve-se informar a paginação.

Quando a editora não é identificada, deve-se indicar a expressão sine nomine, abreviada, entre colchetes [s.n.].

Quando o editor e local não puderem ser indicados na publicação, utilizam-se ambas as expressões, abreviadas, e entre colchetes [S.I.: s.n.].

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes**. 3.ed. Zaragoza: Acríbia, 1974. p.425-434.

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. **Beef cattle**. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

### **Teses e Dissertações**

Recomenda-se não citar teses e dissertações, procurando referenciar sempre os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados. Excepcionalmente, se necessário, citar os seguintes elementos: autor, título, ano, página, nível e área do programa de pós-graduação, universidade e local.

CASTRO, F.B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos**. 1989. 123f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, X.R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional**. 2004. 334f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

### **Boletins e relatórios**

BOWMAN, V.A. **Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine.** (S.L.): Virginia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Research division report, 175).

### **Artigos**

O nome do periódico deve ser escrito por extenso. Com vistas à padronização deste tipo de referência, não é necessário citar o local; somente volume, número, intervalo de páginas e ano.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Distribuição de gorduras internas e de descarte e componentes externos do corpo de novilhos de gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.338-345, 2009.

### **Congressos, reuniões, seminários etc**

Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999]. (CD-ROM).

### **Artigo e/ou matéria em meios eletrônicos**

Na citação de material bibliográfico obtido via internet, o autor deve procurar sempre usar artigos assinados, sendo também sua função decidir quais fontes têm realmente



credibilidade e confiabilidade.

Quando se tratar de obras consultadas *on-line*, são essenciais as informações sobre o endereço eletrônico, apresentado entre os sinais < >, precedido da expressão "Disponível em:" e a data de acesso do documento, precedida da expressão "Acesso em:".

NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003].

Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage. **Livestock Research for Rural Development**, v.15, n.7, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>> Acesso em: 28/7/2005.

REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002]. **Digestión de la soja integral en ruminantes.**

Disponível em: <[http://www.ussoymeal.org/ruminant\\_s.pdf](http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf)> Acesso em: 12/10/2002.

SILVA, R.N.; OLIVEIRA, R. [1996]. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade

total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1996.

Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Acesso em: 21/1/1997.



Raízes de mandioca (*Manhiot sculenta* Crantz) inteiras e picadas antes de serem transformadas em farelo.



Moinho tipo rodete e massa extraída da operação de moagem das raízes integrais de mandioca (*Manhiot sculenta* Crantz).



Farelo integral de mandioca (*Manhiot sculenta* Crantz), seco, obtido após moagem e ração completa na forma de péletes (T5: 100% de inclusão).



Fornecimento de ração peletizada com 0% (T1 – dieta referência: milho e farelo de soja) e 25% de inclusão de farelo integral de mandioca na dieta (T2).



Apreensão de ração peletizada pelos animais com 50% (T3) e 75% (T4) de inclusão de farelo integral de mandioca na dieta.