



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

THALES MARCEL BEZERRA FILGUEIRA

USO DE SUBPRODUTOS DO ARROZ NA ALIMENTAÇÃO
DE CODORNAS DO TIPO CORTE

FORTALEZA

2012

THALES MARCEL BEZERRA FILGUEIRA

**USO DE SUBPRODUTOS DO ARROZ NA ALIMENTAÇÃO
DE CODORNAS DO TIPO CORTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

FORTALEZA

2012

THALES MARCEL BEZERRA FILGUEIRA

**USO DE SUBPRODUTOS DO ARROZ NA ALIMENTAÇÃO
DE CODORNAS DO TIPO CORTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: _____/_____/2012

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Dr^a. Nilce Maria Soares (Conselheira)
Instituto Biológico – CAPTAA Bastos (SP)

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará – UFC

A minha avó, Antônia Azevêdo Bezerra (*in memoriam*), por construir uma base sólida, fundamental para o meu caráter.

“Aos meus pais, José de Arimatéa de Sousa Filgueira e Maria Dale Evanes Bezerra Filgueira, que protagonizam diariamente como inspiração para minha caminhada. ”

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela ajuda e proteção, pela força e presença constante, e por me guiar a conclusão de mais uma preciosa etapa.

Ao meu pai, José de Arimatéa de Sousa Filgueira, pelo amor, por ser tão presente em minha vida, por ser meu amigo de todas as horas, por ter me ensinado tantos valores indispensáveis para os caminhos que já trilhei e por todos os outros que ainda trilharei, e por seu assíduo hábito de estudar na qual sempre me inspirarei.

A minha mãe, Maria Dale Evanes Bezerra Filgueira, pelo amor, pelo exemplo de mulher, por sua dedicação incansável e proteção materna a que sempre me serviu, contribuindo para a vitória em mais uma das várias batalhas que já travei na vida, toda a minha gratidão e amor.

A minha irmã e parceira, Thais Anielle Bezerra Filgueira, por presenciar todos os momentos da minha vida, por toda amizade e amor incondicional. E a meu cunhado e amigo Rossinélio Saldanha de Azevêdo Júnior, por toda a força e conselhos passados durante essa jornada.

A minha namorada, Adrielle Albuquerque dos Santos, por toda cumplicidade, carinho e ajuda dedicada, além da paciência e grande incentivo na realização deste trabalho.

Aos meus avós, José Soares Filgueira e Francisca Aldeni de Sousa Soares, por todo amor cedido durante toda minha vida e por todas as suas orações.

Ao professor e orientador, Ednardo Rodrigues Freitas, primeiramente por ter confiado em mim desde o momento em que fui aprovado neste curso, sem mesmo me conhecer, além de ser um exemplo de dedicação à pesquisa científica. Agradeço a oportunidade e honra proporcionada de ser orientado por um profissional tão competente e responsável.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado em Zootecnia.

A FUNCAP pela concessão da bolsa de estudo e apoio financeiro para execução dessa pesquisa.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da UFC, pela realização das análises químicas.

Ao Laboratório de Mecânica e Pavimentação dos Solos da UFC, pela realização das análises.

Aos Doutorandos Carlos Eduardo e Nádia Braz pelo apoio, orientação e amizades nesses 2 anos de Mestrado.

Aos meus amigos do aviário Ivan Quevedo, Danilo Rodrigues, Alexsandro Nunes, Nadja Farias, Regina Patrícia, Davyd Herik, Diego Dantas, Diego Henrique, Deborah Herville, Thaís Tavares, Carlos Weiber, Geovana Aguiar, Suellen Rezende, Jessika, Etho Robério e todos os demais integrantes, por toda ajuda durante todo o tempo em que este trabalho foi executado, pela convivência maravilhosa e pelos momentos de esforço e diversão que nunca serão esquecidos.

Aos amigos da Pós-Graduação que muitas vezes compartilhamos momentos alegres e momentos difíceis durante os estudos das disciplinas.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação da UFC, pelos ensinamentos e apoio durante as disciplinas ministradas durante o curso de mestrado.

A todos que contribuíram e ainda contribuem com apoio e consideração para minha vida pessoal e profissional.

“Tenha em mente que tudo que você aprende na escola é fruto de muitas gerações. Receba essa herança, honre-a, acrescente a ela e, um dia, fielmente, deposite-a nas mãos de seus filhos”.

Vicente Van Gogh

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos da substituição do milho por quirera de arroz (QA) e da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) nas rações de codornas do tipo corte, foram realizados dois experimentos no período de 7 a 49 dias de idade. Em cada experimento, 288 codornas com sete dias de idade foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições de oito aves por unidade experimental. No primeiro experimento, foram testados os níveis de 0, 20, 40, 60, 80 e 100% de substituição do milho pela quirera de arroz e observou-se que não houve influencia significativa sobre o desempenho e as características de carcaça das aves, nas diferentes fases de criação, nem tão pouco sobre a viabilidade econômica. No segundo experimento, os tratamentos consistiram de uma ração controle, sem a inclusão de FIAP, e as demais contendo 5, 10, 15, 20 e 25% de FIAP. Houve decréscimo linear nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e energia bruta (CDEB), bem como aumento linear da energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) com a inclusão do FIAP nas rações, acima de 5%. Observou-se ainda redução linear no consumo de ração e ganho de peso, sem, contudo influenciar na conversão alimentar, características de carcaça e parâmetros de qualidade óssea. Embora tenha ocorrido redução de alguns parâmetros, quando se aumentou o FIAP acima de 5%, não houve prejuízo significativo nos resultados de desempenho das aves alimentadas com os diferentes níveis do FIAP em relação às do grupo controle. O uso de até 25% de FIAP proporcionou a melhor viabilidade econômica. Pode-se afirmar que a quirera de arroz pode substituir o milho na alimentação de codornas de corte em níveis de até 100%, enquanto, o FIAP pode ser incluído nas rações em proporções de até 25%, sem afetar as características de carcaça.

Palavras-chave: alimento alternativo, codornas italianas, digestibilidade aparente, nutrição animal

ABSTRACT

In order to evaluate the effects of replacing corn for broken rice (QA) and the inclusion of parboiled rice bran (FIAP) in rations for meat quails, two experiments were conducted in the period 7 to 49 days age. In each trial, 288 quails with seven days of age were distributed in a completely randomized design with six treatments and six replications of eight birds for experimental unit. In the first experiment, was tested the levels of 0, 20, 40, 60, 80 and 100% of replacement corn by broken rice and it was observed that the replacement of corn for broken rice did not significantly influence the performance and carcass characteristics of quails at different stages of creation, neither economic viability. In the second experiment, the treatments were a control diet without the inclusion of FIAP, and the other containing 5, 10, 15, 20 and 25% of FIAP. There was a linear decrease in the apparent digestibility of dry matter (CDMS) and crude energy (CDEB) and a linear increase of apparent metabolizable energy (EMA) and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (EMAn) with the inclusion of FIAP in rations, above 5%. Therefore, there was a linear decrease in feed intake and weight gain, without influence in feed conversion, carcass characteristics and parameters of bone quality. Although there was some reduction parameters when FIAP increased above 5%, the performance of birds fed with different levels of FIAP was similar in relation to the control group. Furthermore, the use until 25% of FIAP provided better economic viability. It can be argued that the broken rice can replace corn in the feeding of meat quails at levels up to 100%, while the FIAP can be included in rations in proportions of up to 25% without affecting carcass characteristics.

Keywords: alternative food, animal nutrition, apparent digestibility, Italian quails

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Estrutura do grão de arroz..... | 21 |
|--|----|

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabela 1 - | Composição das rações experimentais para codornas de 7 a 49 dias de idade.. | 40 |
| Tabela 2 - | Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo quirera de arroz em substituição ao milho..... | 43 |
| Tabela 3 - | Características de carcaça de codornas de corte alimentados com rações contendo quirera de arroz em substituição ao milho..... | 44 |
| Tabela 4 - | Avaliação econômica da substituição do milho pela quirera de arroz em rações para codornas do tipo corte..... | 46 |
| Tabela 5 - | Composição das rações experimentais para codornas de 7 a 49 dias de idade.. | 55 |
| Tabela 6 - | Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado.... | 59 |
| Tabela 7 - | Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado..... | 61 |
| Tabela 8 - | Características de carcaça de codornas de corte alimentadas com rações contendo níveis crescentes de farelo integral de arroz parboilizado..... | 62 |
| Tabela 9 - | Parâmetros da qualidade óssea de codornas de corte alimentadas com rações contendo níveis crescente de farelo integral de arroz parboilizado..... | 63 |
| Tabela 10 - | Avaliação econômica da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado nas rações de codornas do tipo corte..... | 65 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| a.C. | Antes de Cristo |
| ANOVA | Análise de Variância |
| CA | Conversão Alimentar |
| CAPTAA | Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio Avícola |
| CCA | Centro de Ciências Agrárias |
| CDEB | Coeficiente de Digestibilidade da Energia Bruta |
| CDMS | Coeficiente de Digestibilidade da Matéria Seca |
| CDN | Coeficiente de Digestibilidade do Nitrogênio |
| CR | Custo da Ração |
| CT | Comprimento da tíbia |
| Ctei | Custo do Tratamento i Considerado |
| CV | Coeficiente de Variação |
| CZTD | Cinzas Totais da Tíbia |
| DfT | Deformidade da Tíbia |
| DT | Diâmetro da tíbia |
| DZ | Departamento de Zootecnia |
| EB | Energia Bruta |
| EMA | Energia Metabolizável Aparente |
| EMAn | Energia Metabolizável Aparente Corrigida para Nitrogênio |
| FIAP | Farelo Integral de Arroz Parboilizado |
| g | Gramas |
| Gi | Ganho de peso do i-ésimo tratamento |
| h | Horas |
| IC | Índice de Custo |
| IEE | Índice de Eficiência Econômica |
| IST | Índice Seedor da Tíbia |
| Kcal | Quilocalorias |
| Kg | Quilograma |
| LANA | Laboratório de Nutrição Animal |
| Mce | Menor custo médio da ração, por quilograma de peso vivo ganho, observado entre tratamentos |

| | |
|-----|--|
| mcg | Micrograma |
| mg | Miligrama |
| min | Minutos |
| mm | Milímetro |
| MM | Matéria Minera |
| MS | Matéria Seca |
| N | Nitrogênio |
| NRC | National Research Council |
| PB | Proteína Bruta |
| Pi | Preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento |
| PNA | Polissacarídeos Não Amiláceos |
| PT | Peso da Tíbia |
| QA | Quirera de Arroz |
| Qi | Quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento |
| RT | Resistência da Tíbia |
| UFC | Universidade Federal do Ceará |
| UI | Unidade Internacional |
| W | Watts |
| Yi | Custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-----|-----------------|
| °C | Grau centígrado |
| % | Porcentagem |
| R\$ | Reais |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 15 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 17 |
| 2.1 COTURNICULTURA DE CORTE..... | 17 |
| 2.2 ALIMENTOS ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS..... | 17 |
| 2.3 ARROZ..... | 20 |
| 2.3.1 SUBPRODUTOS DO ARROZ..... | 21 |
| 2.3.2 PROCESSO DE PARBOILIZAÇÃO..... | 23 |
| 2.3.3 FATORES ANTINUTRICIONAIS..... | 24 |
| 2.3.3.1 POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS (PNA’S)..... | 25 |
| 2.4 QUIRERA DE ARROZ E FARELO INTEGRAL DE ARROZ NA ALIMENTAÇÃO DE AVES..... | 26 |
| REFERÊNCIAS..... | 29 |
| CAPÍTULO II – QUIRERA DE ARROZ NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE..... | 35 |
| RESUMO..... | 36 |
| ABSTRACT..... | 37 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 38 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 39 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 42 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 47 |
| REFERÊNCIAS..... | 48 |
| CAPÍTULO III – FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE..... | 50 |
| RESUMO..... | 51 |
| ABSTRACT..... | 52 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 53 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 54 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 58 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 67 |
| REFERÊNCIAS..... | 68 |

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos dez anos a produção e criação de codornas no Brasil apresentaram uma evolução significativa. O efetivo de codornas no Brasil teve crescimento de 11,5% em 2010 (13,0 milhões) relativamente a 2009 (11,5 milhões). Sendo a Região Sudeste responsável pelo maior percentual desse efetivo (68,5%), seguido pelo Sul (15,5%) e Nordeste (10,0%), seja para produção de carne ou, de ovos (IBGE, 2010).

A coturnicultura de corte no país vem se destacando cada vez mais como uma atividade bastante promissora devido a fatores como o rápido crescimento, precocidade na produção, pequenos espaços para grandes populações, baixo investimento e, conseqüentemente, rápido retorno financeiro (MURAKAMI; ARIKI, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2002; LEANDRO *et al.*, 2005; BARRETO *et al.*, 2007).

Entre os elementos que compõem o custo de produção na criação destes animais, a alimentação é a que representa a maior proporção. Por isso, diversas pesquisas voltadas à utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de monogástricos vêm sendo desenvolvidas, para garantir uma produtividade mais rentável, sem afetar a expressão do potencial genético e, conseqüentemente, o desempenho das aves.

No entanto, para a formulação de rações, é importante conhecer o valor nutricional dos alimentos. Frente a isso, trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de atualizar os valores nutricionais dos alimentos já comumente utilizados, bem como o de novos alimentos, como o arroz e seus subprodutos, e assim, viabilizar o uso nas formulações de rações para os animais (CARVALHO *et al.*, 2004; NERY, 2005; BRUMANO *et al.*, 2006).

O arroz (*Oryza sativa* L.) se destaca por ser alimento básico da maioria da população em várias regiões do planeta. Este grão é mundialmente produzido para alimentação humana, entretanto, quando não se encontra dentro das especificações para o consumo humano ou quando razões econômicas o permitem, pode ser utilizado na alimentação animal.

A quirera e o farelo de arroz se constituem em um possível substituto ao grão de milho na alimentação de codornas, por apresentarem um elevado teor de energia metabolizável e proteína digestível para aves quando comparados ao milho (ROSTAGNO *et al.*, 2011). Da mesma forma, acredita-se que o farelo integral de arroz parboilizado possa apresentar coeficientes de digestibilidade da energia bruta semelhante ou superior ao

observado no farelo de arroz, devido ao seu elevado teor de óleo apresentado (SIRIWARDANE, 1969).

No beneficiamento de arroz branco polido, os fragmentos que passam em peneira de furos circulares de 1,6 mm de diâmetro são classificados como grãos quebrados ou quirera, representando esse subproduto cerca de 14% da produção (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 1988), com um custo equivalente a 20% do grão inteiro (LIMBERG, 2005). A quirera de arroz apresenta 8,5% de proteína bruta, 74,5% de amido, 0,5% de fibra bruta, e 3.279 kcal/kg de energia metabolizável para aves (ROSTAGNO *et al.*, 2011).

O farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) é oriundo do beneficiamento do grão de arroz que foi submetido ao processo térmico antes do processo de descascamento e polimento, sendo esse processo denominado parboilização. O farelo de arroz normalmente é constituído de pericarpo, gérmen, fragmentos de arroz e pequenas quantidades de casca (RIBEIRO *et al.*, 2010). Sua utilização na alimentação de aves é limitada devido à presença de fatores antinutricionais, sendo a rancidez hidrolítica e oxidativa durante o armazenamento, e o alto teor de fibra, fitatos e inibidores enzimáticos os mais citados, e que prejudicam a digestibilidade de todos os componentes nutritivos da ração (SCHOULTEN *et al.*, 2003; GALLINGER *et al.* 2004).

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar os efeitos da substituição do milho por quirera de arroz (QA) e a inclusão de diferentes níveis do farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) em rações para codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) no período de 7 a 49 dias de idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COTURNICULTURA DE CORTE

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à ordem dos galináceos, família Phasianidae e gênero *Coturnix*, sendo assim, da mesma família das galinhas e perdizes. As mais exploradas são a *Coturnix coturnix japonica*, selecionadas e criadas durante muito tempo para produção de carne e ovos (MURAKAMI; ARIKI, 1998; PINTO *et al.*, 2002).

A primeira importação oficial de matrizes de codornas destinadas à produção de carne foi feita no ano de 1996. Assim, anteriormente a esse período, os animais destinados ao abate eram advindos do descarte de matrizes de postura em final de produção ou de machos classificados erroneamente no processo de sexagem, ou seja, animais não especializados para a produção de carne (ALMEIDA, 2001).

Dessa maneira, as carcaças obtidas de codornas não especializadas na produção de carne eram muito pequenas, pesando entre 70 e 110 gramas, e a carne das fêmeas, relativamente dura por se tratar de aves de aproximadamente um ano de idade (GARCIA, 2002), considerada inadequada para os padrões de consumo nacional.

Apesar da prática de criação de codornas para abate no Brasil ainda ser uma atividade recente, hoje já se observa um tipo de codorna mais pesada, que atende aos quesitos necessários à produção de carne. Estas apresentam maior peso vivo de 200 a 300 g, coloração marrom mais viva, temperamento nitidamente calmo, peso e tamanho dos ovos um pouco maior (RESENDE *et al.*, 2004). A carne destes animais é conhecida pelo seu alto conteúdo proteico, aminoacídico e baixo teor de gordura (MURAKAMI; GARCIA; SOUZA, 2007).

2.2 ALIMENTOS ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS

Para que um alimento se enquadre no perfil alternativo ou não convencional, o pré-requisito indispensável é que o insumo esteja disponível em uma determinada região por um período mínimo de tempo e em quantidade que possa permitir uma troca significativa com aquele alimento convencionalmente utilizado (FIALHO; BARBOSA, 1999).

Entre os elementos que compõem o custo de produção na criação de animais, o item referente à alimentação representa a maior proporção entre os demais itens,

correspondendo a aproximadamente 75% dos custos totais de produção na criação de codornas. Desta maneira, Furlan *et al.* (1998) recomendaram o uso de alimentos alternativos como forma de reduzir os custos.

Nesse contexto, Freitas *et al.* (2006) citou que no Ceará a produção de milho é insuficiente para atender a demanda, enquanto que a soja é totalmente adquirida de fora do Estado, tornando a busca por alimentos alternativos, e o seu uso, de fundamental importância para a indústria avícola local.

Murakami e Furlan (2002) alertam para os riscos da utilização de resultados obtidos com estes alimentos na dieta de frangos de corte e poedeiras, e extrapolados para codornas, tendo em vista as inúmeras diferenças anatômicas, fisiológicas e comportamentais entre estas aves.

O tempo de passagem da digesta através do intestino das codornas é muito rápido, de 60 a 90 minutos, o que confirma sua diferenciação fisiológica comparada aos frangos de corte, que apresentam em média uma taxa de passagem da digesta de 2 a 3 horas (SHIM; VOHRA, 1984; FURLAN; MACARI, 2002). Por isso, grande incentivo é dado à pesquisas que visem determinar valores específicos de utilização de alimentos em cada espécie animal.

Alguns ingredientes alternativos já foram analisados como possíveis substitutos, principalmente em relação ao milho. Nesse sentido, Sakamoto *et al.* (2006), com o objetivo de determinar o valor energético da aveia, cevada, resíduo da mandioca e semente de linhaça (inteira e moída) para codornas japonesas, observaram que o coeficiente de metabolização dos ingredientes acima citados não diferiram entre si, com exceção do resíduo da mandioca, que foi significativamente menor que os demais. Provavelmente, em razão do menor tempo de trânsito da ração pelo trato digestivo das codornas, decorrente do menor teor de fibra bruta. Desta forma, concluiu-se que os alimentos avaliados no experimento, à exceção do resíduo do processamento da mandioca, são passíveis de utilização em substituição ao milho em dietas para codornas japonesas.

Avaliando o farelo de algaroba como substituto do milho para codornas em postura, Silva *et al.* (2002) concluíram que até 15% deste farelo pode ser usado em substituição ao milho, sem que ocorra prejuízo no desempenho de codornas.

Faquinelo *et al.* (2004), trabalhando com sorgo contendo alto teor de tanino (1,44%), em substituição ao milho em níveis de 20; 40; 60; 80 e 100%, em codornas de postura com 50 semanas de idade, concluíram que o sorgo com alto tanino pode substituir o milho em até 80%, desde que seja adicionado pigmentante nas rações.

Leandro *et al.* (1999), estudando codornas com 70 dias de idade em postura, concluíram que dietas com até 100% de substituição do milho por milheto-grão não apresentaram significância quanto aos índices de produtividade, podendo servir como substituto ao milho.

Avaliando a inclusão de níveis crescentes da farinha integral de vagem de algaroba na alimentação de codornas japonesas, Silva *et al.* (2002) verificaram que sua inclusão em até 15% em rações isoenergéticas e isoprotéicas, não afeta o desempenho das aves.

Pasquetti *et al.* (2011) avaliando o desempenho de codornas do tipo corte submetidas à rações contendo 0%, 3%, 6%, 9%, 12% e 15% de glicerina bruta (GB), oriunda de gordura animal e óleo vegetal, observaram um aumento linear significativo ($p < 0,05$) no consumo de ração, seguido de um efeito quadrático ($p < 0,05$) no ganho de peso, ocasionando assim, uma piora linear sobre a conversão alimentar das aves ($P < 0,05$). Pelo teste de Dunnett, considerando o consumo de ração, a ração testemunha diferiu dos níveis de 9 e 15% de GB, com maiores consumos para estes níveis. Segundo os autores, o subproduto utilizado pode ter proporcionado uma melhor textura e consistência da ração, contribuindo com o aumento do consumo pelas aves.

Estudando o efeito da utilização de farelo de palma forrageira na ração de codornas do tipo corte com 21 dias de idade nos níveis 0%, 5%, 10% e 15%, Brandão *et al.* (2011) observaram que o rendimento de carcaça (RC) e de pernas (RPR) foi afetado significativamente após a inclusão desta cactácea. Pelo teste de Tukey, as aves alimentadas com 10% e 15% de palma forrageira nas rações apresentaram um pior RC e melhor RPR quando comparadas ao tratamento controle.

Brandão *et al.* (2010) em experimento com 160 codornas do tipo corte não sexadas com 21 dias idade, testaram a inclusão de 0%, 5%, 10% e 15% de farelo de palma forrageira (FPF) (*Opuntia ficus-indica* Mill) sobre o desempenho produtivo destas aves e observaram uma piora significativa sobre o ganho de peso e conversão alimentar à medida que se acrescentou FPF na alimentação dos animais. Os autores atribuem esse efeito ao elevado teor de fibra bruta que foi acrescentado às rações, interferindo assim, na digestão e assimilação dos nutrientes.

No entanto, observa-se que a avaliação de alimentos alternativos em rações para codornas do tipo corte ainda é recente, fazendo com que haja a necessidade de se estudar novos alimentos com diferentes níveis de inclusão ou substituição adequar os níveis de inclusão destes para esta categoria animal.

2.3 ARROZ

O arroz é um dos alimentos mais antigos produzidos pelo homem. Desde 3000 a.C. já se mencionava a cerimônia de semeadura do arroz na China, onde, durante, a dinastia de Zhou (século XI), o grão se tornou um tributo e estava na mesa de imperadores e nobres (ZHAI *et al.*, 2001).

O Brasil é o décimo maior produtor mundial de arroz. O volume de produção na safra 2011/2012 foi estimado em 11.560 toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2012). A lavoura orizícola tem grande importância econômica para o Brasil e emprega alta tecnologia de produção, além de sua importância social, especialmente para região Sul, responsável por aproximadamente 78% da produção nacional.

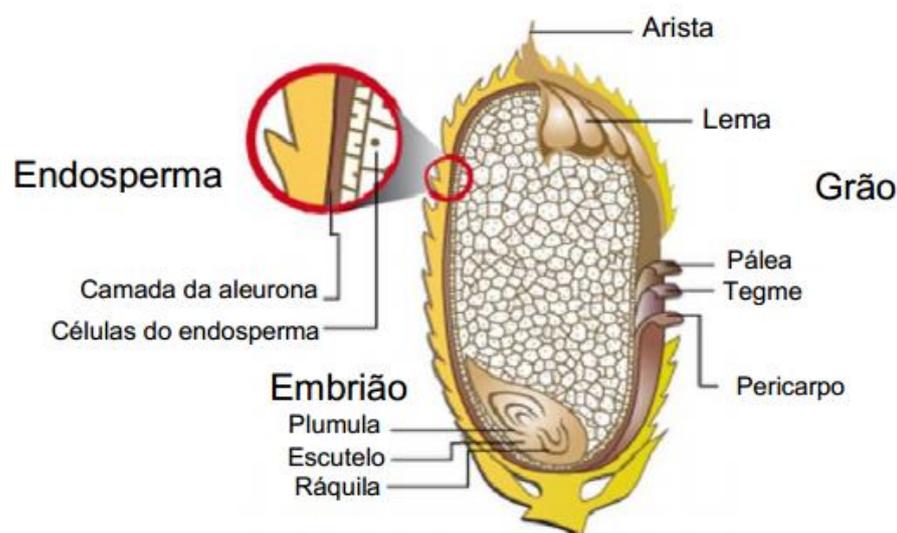
No Estado do Ceará, a produção de arroz é proveniente de áreas irrigadas do perímetro de Morada Nova e de terras baixas. Os principais municípios produtores são: Iguatu, Várzea Alegre, Limoeiro do Norte, Quixelô, Lavras da Mangabeira, Icó, Jaguaruana, Aurora, Morada Nova, Caririagu (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009).

O grão de arroz é composto por quatro frações, sendo a casca ou aleurona correspondente a 20% do peso do grão, podendo variar dependendo da localização geográfica, estação do ano, temperatura e variedade cultivada. Minerais (sílica) e celulose são os maiores componentes da casca. A película corresponde de 7 a 8% do peso, o germe corresponde de 2 a 3 % do peso e o endosperma corresponde de 70 a 72% do peso total do grão (JU; VALI, 2005).

Alencar e Alenvarenga (1991) e Salunkhe, Chavan e Kadam (1999) relataram que o pericarpo é composto pelas camadas que envolvem o endosperma amiláceo do grão de arroz, sendo rico em proteínas, lipídios, vitaminas e sais minerais, constituindo 5 a 7% do peso do grão (Figura 1).

Através da descascagem, separa-se a casca da cariopse, obtendo-se o arroz integral. Este pode ser polido para remoção do farelo (pericarpo, tegumento, camada de aleurona e gérmen), que representa 8,5-14,8% do arroz integral (JULIANO; BECHTEL, 1985), obtendo-se o arroz branco polido. Os grãos também podem ser submetidos à parboilização, processo hidrotérmico através do qual se obtém o arroz parboilizado, o qual pode ser consumido na forma integral ou polido.

Figura 1 – Estrutura do grão do arroz



Fonte: <http://www.canstockphoto.com.br>

Em termos de composição, pode-se observar que o grão de arroz é um cereal com elevados níveis de carboidratos e baixo nível de lipídeos, e com nível de proteína bruta muito próximo ao do milho, caracterizando-se como uma fonte de energia de excelente qualidade para alimentação de aves e suínos (ROSTAGNO *et al.*, 2011). Além de ser um cereal que apresenta menor índice de contaminação por micotoxinas em relação ao milho.

Considerando que há uma disponibilidade de arroz não demandada para consumo humano, o escoamento de parte destes subprodutos para a produção de aves e suínos deve ser vista de forma positiva pelos produtores e agroindústrias, pois representa aumento da oferta de grãos para a produção animal. Dessa forma, faz-se saber se estes grãos estarão disponíveis a preço compatível com os convencionais, milho e farelo de soja, tendo em vista que a alimentação representa uma parte significativa dos custos gerados na cadeia avícola e suinícola.

2.3.1 SUBPRODUTOS DO ARROZ

Dentre os alimentos substitutos ao milho, estão o arroz e seus subprodutos. O arroz é um alimento destinado essencialmente ao consumo humano, mas durante o processo em que o torna apto ao consumo, produz cerca de 20% de subprodutos, como os farelos e a

quirera de arroz, que podem ser substitutos ao grão de milho na alimentação animal (POLI-NUTRI, 2004).

Conforme Conci *et al.* (1996), a quirera de arroz é um produto obtido por meio do peneiramento do grão de arroz descascado, sendo composta por grãos quebrados, sementes de invasoras e grãos mal formados, podendo ser encontrada em graus variados de limpeza, sendo que os seus principais contaminantes são a casca de arroz, as sementes de capim arroz (*Equinocloa spp*) e o angiquinho (*Aeschynomene spp*) (VIOLA *et al.*, 1996).

A quirera de arroz possui 8,5% de proteína bruta, com 79,0% de digestibilidade da proteína, 0,5% de fibra bruta, e 3.528 kcal de energia metabolizável para aves (ROSTAGNO *et al.*, 2011).

A quirera de arroz tem sido pouco utilizada em substituição ao milho nas dietas de aves, possivelmente devido à sua oferta regionalizada e ao seu custo. Em geral, este grão tem sido incluído em níveis variados nas dietas, com desempenho satisfatório das aves (BRUM Jr. *et al.*, 2007; CANCHERINI *et al.*, 2008; MANZKE *et al.*, 2008).

Uma das vantagens da utilização de quirera de arroz na dieta dos animais é a ausência ou o nível muito reduzido de micotoxinas devido à forma de colheita e processamento do arroz (BUTOLO, 2002).

Além da quirera de arroz, outros subprodutos gerados na cadeia orizícola são de grande pertinência na alimentação de aves, como a palha deixada no campo após a colheita, seguido pelo resíduo da pré-limpeza, que é gerado após a primeira limpeza que o arroz sofre quando vem do campo e, por último, os farelos de arroz (integral, desengordurado ou parboilizado), sendo estes o subproduto do polimento ou beneficiamento do arroz descascado (CANCHERINI, 2005).

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria do Arroz Parboilizado (2007), 23% do consumo de arroz do Brasil é do cereal que passa por parboilização, sendo este índice significativo, visto que há 25 anos atrás o produto representava apenas 4% do mercado.

Estes subprodutos do arroz representam elevado potencial para sua utilização com aves. Em um experimento com frangos de corte na fase inicial de crescimento, Cancherini *et al.* (2008) avaliaram níveis crescentes de inclusão do farelo de arroz integral (0 %, 7,5 %, 15 % e 22,5%) em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal e concluíram que o farelo de arroz pode ser incluído em até 6,5% sem efeito adverso no desempenho e rendimento de carcaça.

Entretanto, o uso destes ingredientes na alimentação de codornas de corte é bastante reduzido, fazendo-se necessário o desenvolvimento de mais pesquisas a fim de se avaliar tal utilização.

2.3.2 PROCESSO DE PARBOILIZAÇÃO

A palavra parboilizado teve origem a partir da adaptação do termo inglês “parboiled” que por sua vez se refere a “partial boiled” ou parcialmente fervido (AMATO; ELIAS, 2005).

Embora não existam dados estatísticos oficiais, estima-se que, cerca de 118 milhões de toneladas de arroz em casca por ano sejam beneficiados industrialmente por parboilização no Brasil, ou seja, em média um quinto de toda produção arrozeira brasileira (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2012).

O processo de parboilização tem sido largamente utilizado como uma das formas de minimizar a quebra dos grãos durante o beneficiamento, evitar a remoção excessiva de compostos importantes do ponto de vista nutricional e resultar em um produto com melhores condições de conservação (ELIAS, 2003).

A parboilização é um tratamento hidrotérmico onde o arroz ainda com casca é imerso em água potável para o encharcamento em temperatura acima de 58°C, seguido de gelatinização total ou parcial do amido em autoclave, e secagem. Posteriormente, o grão parboilizado é descascado podendo ser comercializado na forma “parboilizado integral” ou “parboilizado polido”, sendo que o consumo de arroz parboilizado polido apresenta maior aceitação (AMATO; ELIAS, 2005; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ARROZ PARBOILIZADO, 2007).

Durante a maceração efetuada com o arroz em casca, a água utilizada migra para o interior do grão arrastando compostos hidrossolúveis e propicia também um meio adequado para a gelatinização do amido, que deverá ocorrer durante o cozimento. Com a posterior secagem, o grão do arroz torna-se mais resistente às tensões provocadas durante o beneficiamento, aumentando assim, o rendimento em grãos inteiros. Isto resulta num produto que, após o preparo para consumo, apresenta características sensoriais de textura agradáveis e compatíveis com o perfil gastronômico do prato (AMATO; ELIAS, 2005).

Muitas vantagens foram descobertas com a parboilização do arroz, como maior retenção do teor de tiamina (vitamina B1) nos grãos, redução na quebra durante a moagem e mudanças na qualidade do grão durante o cozimento (AMATO; ELIAS, 2005).

Embora estes efeitos sejam benéficos, algumas transformações físico-químicas decorrentes do processamento são indesejáveis, tais como a redistribuição e concentração de substâncias solúveis em água (vitaminas e sais minerais), a alteração na estrutura poliédrica do amido durante a gelatinização e a desnaturação de enzimas (JULIANO, 1993).

Na literatura muitas informações no que diz respeito à composição químico-bromatológica do farelo de arroz integral podem ser encontradas. No entanto, após o processo de parboilização, pouco se sabe ainda sobre os possíveis efeitos metabólicos benéficos que podem ser proporcionados a aves e suínos após tal processo, haja visto que alguns compostos funcionais presentes na casca migram para o interior do grão.

2.3.3 FATORES ANTINUTRICIONAIS

Segundo a composição bromatológica do farelo de arroz apresentado por Rostagno *et al.* (2011), esse produto é deficiente em cálcio e possui elevados teores de fósforo e gordura. Grande quantidade do fósforo total presente no farelo de arroz está na forma de fitato, que é uma forma química de baixa disponibilidade biológica para aves e suínos. Entretanto, este problema pode ser resolvido, uma vez que a enzima fitase pode ser incorporada nas dietas para aumentar a disponibilidade do fósforo das rações (LÓPEZ *et al.*, 1998).

O ácido fítico (mioinositol hexafosfato, IP6) é uma forma de armazenamento de fósforo, constituindo aproximadamente 70% do conteúdo desse mineral em sementes. Pode ser encontrado na forma de fitato, ligado a cátions como potássio, magnésio, cálcio, ferro e zinco (LIU *et al.*, 2005). O teor de fitatos é maior nas camadas externas do grão (aproximadamente 88%), estando associado principalmente entre a camada da casca e o endosperma, região que dará origem ao subproduto utilizado na alimentação dos animais.

Devido a sua capacidade quelante, historicamente o ácido fítico tem sido considerado um composto com ação prejudicial à nutrição, contribuindo para a menor absorção de vários minerais importantes, como cálcio, ferro e zinco, podendo provocar deficiências (HURRELL *et al.*, 2003). Entretanto, pesquisas têm demonstrado que esse

composto pode auxiliar na manutenção da saúde, e devido a sua capacidade de quelar ferro, o qual participa de reações oxidantes, ele apresenta efeito antioxidante.

De acordo com Souza e Lopes (1994), o fato de maiores níveis de inclusão de farelo de arroz determinar prejuízos ao desempenho está também associado à diminuição no consumo de ração, o que ocorre em função da baixa digestibilidade dos polissacarídeos não amiláceos. Esses polissacarídeos, quando não digeridos, aumentam a viscosidade do quimo intestinal, diminuindo a velocidade de passagem do alimento ao longo do trato digestório e, conseqüentemente, determinam menor ingestão de ração.

Dessa forma, alguns inconvenientes na utilização destes farelos podem ser citados, como a grande presença de fósforo na forma fítica (85%) e os elevados teores de fibra bruta e de polissacarídeos não amiláceos (PNA's), que interferem na digestibilidade dos nutrientes e no aproveitamento da energia.

2.3.3.1 POLISSACARÍDEOS NÃO AMILÁCEOS (PNA'S)

Polissacarídeos consistem em polímeros de monossacarídeos ou açúcares simples unidos por uma ligação específica chamada ligação glicosídica, que é formada entre o grupo hemiacetal de um açúcar e o grupo hidroxila do outro, e são classificados segundo considerações estruturais e propriedades físico-químicas (MOURINHO, 2006).

Dentre os PNA's mais abundantes da parede celular estão a celulose, hemicelulose, quitinas e pectinas. Estes não podem ser degradados por enzimas endógenas, afetam a digestibilidade de nutrientes e modificam o tempo de permanência do alimento no trato digestivo. Os polissacarídeos não amiláceos fazem parte da parede celular dos grãos de cereais, bem como de seus respectivos subprodutos, tais como os farelos de arroz e de trigo e consistem principalmente de pentoses, rafinose, estaquiose, sacarose, beta-glucanos e pentosanas como as arabinoxilanas (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

Devido à natureza de suas ligações, os PNA's são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal dos animais não ruminantes. Estes compostos não causam sintomas de toxicidade, mas apresentam propriedades antinutritivas que podem afetar o desempenho dos animais (LECZNIESKI, 2006).

Os polissacarídeos não amiláceos são classificados como solúveis e insolúveis em função da capacidade de formar solução homogênea ou não com a água, contudo, muitas das atividades antinutritivas são atribuídas diretamente aos polissacarídeos solúveis, apesar de os

polissacarídeos insolúveis também apresentarem efeito na taxa de passagem da digesta e na retenção de água (LIMA; VIOLA, 2001).

A dificuldade na digestão da fibra, além de reduzir a energia do alimento, pode prejudicar a utilização de todos os outros nutrientes, bem como proporcionar uma menor velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato digestivo, dificultando a ação das enzimas endógenas, diminuindo a taxa de difusão de substratos e interferindo na difusão dos nutrientes (CHOCT, 2001), além de elevar a quantidade de fezes úmidas.

O aumento da viscosidade intestinal ocasionado pelo aumento dos níveis de inclusão do farelo de arroz é explicado pela higroscopia da fração fibrosa, que diminui a digestibilidade dos nutrientes, isso porque nutrientes como os lipídeos, proteínas e carboidratos se tornam menos acessíveis e disponíveis às enzimas endógenas. Além disso, possuem forte capacidade de ligação iônica com elementos minerais, interferindo negativamente na absorção destes compostos (ARRUDA *et al.*, 2003).

Segundo Adrizal (1996), o farelo de arroz apresenta em média 25% de polissacarídeos não amiláceos totais (parede celular), com predominância dos polímeros de pentoses (arabinose e xilose), que são responsáveis por sensível redução na sua energia metabolizável. Conte *et al.* (2002 *apud* ANNISON *et al.*, 1995) obtiveram para o farelo de arroz 63,5% de polissacarídeos não amiláceos solúveis na parede celular, os quais são compostos principalmente pelas hemiceluloses.

2.4 QUIRERA DE ARROZ E FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE AVES

Cancherini *et al.* (2008) avaliaram o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo subprodutos do arroz (farelo de arroz integral e quirera de arroz) formuladas com base nos conceitos de proteína bruta e ideal e não observaram diferença estatística no consumo de ração e ganho de peso. Entretanto, as aves alimentadas com dietas formuladas pelo conceito de proteína bruta apresentaram melhor conversão alimentar e menor taxa de deposição de gordura abdominal.

Estudando os efeitos da substituição do milho por quirera de arroz nos níveis de 0, 20 e 40% na alimentação de frangos de corte, Brum Jr. *et al.* (2007) concluíram que o desempenho e rendimento de carcaça destes animais não foram afetados até o nível máximo de substituição.

Trabalhando com a utilização de xilanase e farelo de arroz em rações suplementadas com fitase para frangos de corte na fase de um a 21 dias de idade, Schoultens *et al.* (2003) observaram que a elevação do nível de farelo de arroz na ração eleva a quantidade de xilanase necessária para reduzir os efeitos antinutritivos. Com 400 unidades de xilanase por kg de ração, a utilização de até 20% de farelo de arroz propicia desempenho semelhante ao da ração testemunha, sem farelo de arroz e sem xilanase.

Gallinger *et al.* (2004) avaliando a utilização do farelo de arroz integral (FAI) em níveis de 10, 20, 30 e 40% de inclusão em rações para frangos de corte, concluíram que inclusões acima de 20% produzem reduções significativas no peso corporal, entretanto, a conversão alimentar foi a mais prejudicada. Resultados semelhantes foram encontrados por López *et al.* (1978), Carrion e López (1989), Souza e López (1994) e Santos *et al.* (2001), que observaram que quanto maior o nível de inclusão de farelo de arroz na dieta, menor o consumo alimentar e o peso corporal das aves. Segundo López *et al.* (1978) isto é atribuído ao menor consumo e ao maior conteúdo de fibra bruta, lignocelulose e sílica na ração.

Avaliando o desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo farelo de arroz integral (FAI) nos níveis de 10 e 20%, com ou sem a adição de Roxazyme G2G, os pesquisadores concluíram que o FAI pode ser incluso nas rações de frangos de corte em níveis de até 10% sem a utilização da enzima em ambas as fases de criação. Todavia, ao nível máximo testado, faz-se necessário a suplementação enzimática por Roxazyme G2G nas rações. Segundo os autores, o menor desempenho observado com 20% de FAI pode ser atribuído ao alto teor de fibra presente neste alimento, que provavelmente atingiu um nível crítico de inclusão (OLADUNJOY; OJEBIYI, 2010).

Piyaratne *et al.* (2009) avaliando os efeitos da inclusão do farelo de arroz integral (FAI) em rações para frangos de corte em níveis de 20% e 40% suplementados ou não com aminoácidos sintéticos, não observaram efeito significativo sobre o desempenho dos animais com a suplementação aminoacídica. No entanto, ao se avaliar apenas o efeito nível de inclusão, um menor consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar foi observado com 40% de FAI na ração de crescimento (23 a 30 dias) das aves, contudo, na fase de acabamento (30 a 43 dias) nenhum efeito significativo foi observado. Nesse contexto, os autores sugerem que os efeitos antinutricionais proporcionados pelos altos níveis deste farelo na dieta dos animais podem ser amenizados à medida que as aves se tornam adultas.

Testando níveis crescentes de farelo de arroz integral (FAI) (0%, 10%, 20% e 30%) com ou sem adição de enzimas exógenas em rações para frangos de corte sobre os rendimentos de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa, e deposição de gordura, Bonato *et al.*

(2004) não observaram efeito estatístico sobre o rendimento de carcaça, coxa e deposição de gordura abdominal, entretanto, um pior rendimento de peito foi observado com 30% de FAI em relação ao tratamento com 0% de FAI na ração das aves.

Avaliando os parâmetros de qualidade óssea de frangos de corte alimentados com rações contendo 0%, 10%, 20%, 30% e 40% de farelo de arroz, Gallinger *et al.* (2004) observaram reduções significativas sobre o peso, comprimento e cinzas da tíbia de aves alimentadas com rações contendo 30% e 40% de FAI quando comparado à ração controle. Os autores relataram que o alto teor de fibras e fitatos presentes neste alimento interferem na digestibilidade dos minerais durante a passagem pelo trato gastrointestinal das aves, propiciando desta forma, uma menor retenção mineral pelos ossos.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira das Indústrias de Arroz Parboilizado. 2007. Disponível em: <<http://www.abiap.com.br>>. Acesso em: 01/03/2012.
- ADRIZAL, P. E. P.; SELL, J. L. Utilization of defatted rice bran by broiler chickens. **Poultry Science**, v. 75, n. 8, p. 1012-1017, 1996.
- ALENCAR, M. L. C. B.; ALENVARENGA, M. G. Farelo de arroz: composição química e seu potencial como alimento. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 95-105, 1991.
- ALMEIDA, M. I. M. **Efeito de linhagem e de nível proteico sobre o desempenho e características de carcaça de codornas (*Coturnix* sp) criadas para corte**. 2001. 135 f. Tese (Doutorado em Melhoramento Genético) - Instituto de Biociências – IB, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- AMATO, G. W.; ELIAS, M. C. **Parboilização do arroz**. Porto Alegre: Editora Ricardo Lenz Ziede, 2005. 160 p.
- ARRUDA, A. M. V. *et al.* Importância da fibra na nutrição de coelhos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, n. 1, p. 181-190, 2003.
- BARRETO, S. L. T. *et al.* Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1559-1565, 2007 (supl.).
- BONATO, E. L. *et al.* Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 511-516, 2004.
- BRANDÃO, J. S. *et al.* Efeito da utilização de níveis crescentes de farelo de palma forrageira na ração, sobre o rendimento de carcaça de codornas tipo carne. *In*: 48ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2011, Pará. **Anais...** Pará, 2011, CD-ROOM.
- BRUM Jr., B. S. *et al.* Dieta para frangos de corte contendo quireira de arroz. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1423-1429, 2007.
- BRUMANO, G. *et al.* Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Botucatu/ SP: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 2002. 430 p.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 259-272. 2005.

CANCHERINI, L. C. **Utilização de subprodutos de arroz, em dietas para frangos de corte, com base nos conceitos de proteína bruta e ideal.** 2005. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP. 2005.

CANCHERINI, L. C. *et al.* Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo subprodutos do arroz formuladas com base nos conceitos de proteína bruta e ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 616-623, 2008.

CARRION, J. G.; LÓPEZ, J. O farelo de arroz integral em substituição ao milho na alimentação de frangos de corte. 1. Desempenho e produtividade animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 320-326, 1989.

CARVALHO, D. C. O. *et al.* Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 358-364, 2004.

CHOCT, M. Enzyme supplementation of poultry diets based on viscous cereals. *In*: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.) **Enzymes in farm animal nutrition.** Oxfordshire: Cab Publishing, 2001. 406 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2012. **Acompanhamento da safra brasileira.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_07_05_08_41_20_boletim_graos_-_10julho_2012.pdf>. Acesso em: 13 Fev. 2012

CONCI, V. A. *et al.* Avaliação de subprodutos do arroz na alimentação de suínos. A quirera de arroz nas fases de recria e terminação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 14, n. 159, p. 49-53, 1996.

CONTE, A. J. *et al.* Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v. 26, n. 6, p. 1289-1296, 2002.

ELIAS, M. C. *et al.* Arroz: gerenciamento operacional define a qualidade. **Seed News**, v. 7, n. 4, p. 12-14, 2003.

FAQUINELO, P. *et al.* High tannin sorghum in diets of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 2, p. 81-86, 2004.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P. **Alimentos alternativos para suínos.** Lavras: UFLA, 1999. 196 p.

FREITAS, E. R. *et al.* Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1001-1006, 2006.

FREITAS, A. C. *et al.* Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1705-1710, 2006 (supl.).

FURLAN, A. C. *et al.* Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 6, p. 1147-1150, 1998.

FURLAN, A. C.; MACARI, M. Motilidade gastrointestinal. *In*: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, p. 97-103, 2002.

GALLINGER, C. I.; SUÁREZ, D. M.; IRAZUSTA, A. Effects of rice bran inclusion on performance and bone mineralization in broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, n. 2, p. 183-190, 2004.

GARCIA, E. A. Codornas para produção de carne. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002, p. 97-108.

HURRELL, R. F. *et al.* Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n. 5, p. 1213-1219, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 18 fev 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária municipal**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/comentarios.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2012.

JU, Y.; VALI, S. R. Rice bran oil as a potential resource for biodiesel: A review. *Journal of Scientific; Industrial Research*, v. 64, n. 11, p. 866-882, 2005.

JULIANO, B. O. Rice in human nutrition. Food and Agriculture Organization – FAO. 1993. 162 p.

JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its gross composition. *In*: JULIANO, B. O. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, p. 17-57. 1985.

LEANDRO, N. S. M. *et al.* Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.)R.Br.) como substituto do milho em rações para codornas japonesas em postura (*Coturnix coturnix japonica*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 2, p. 177-182, 1999.

LEANDRO, N. S. M.; DEUS, H. A. B.; STRINGHINI, J. H. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 71-78, 2005.

LECZNIESKI, J. L. Considerações práticas do uso de enzimas. *In*: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006, p. 34-46.

LIMA G. J. M. M.; VIOLA E. S. Ingredientes energéticos: trigo e triticale na alimentação animal. *In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL*, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, 2001, p. 33-61.

LIMBERG, V. M. **Modificação física e química do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos**. 2005. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos alimentos) – Faculdade de Farmácia Bioquímica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

LIU, Z. H. *et al.* Positional variations in phytic acid and protein content within a panicle of japonica rice. **Journal of Cereal Science**, v. 41, n. 3, p. 297-303, 2005.

LÓPEZ, J. *et al.* Farelo desengordurado de arroz na alimentação de pintos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 7, n. 1, p. 43-52, 1978.

LÓPEZ, S. E.; LÓPEZ, J.; TEICHMANN, H. F. Efeito da fitase microbiana no desempenho de frangos de corte alimentados com farelo de arroz integral. *In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 1998, Botucatu, **Anais...** Botucatu, 1998, CD-ROM.

MANZKE, N. E. *et al.* Desempenho de frangos de corte alimentados com frangos de arroz. *In: XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2008, Pelotas. **Anais...** Pelotas, 2008, CD – ROOM.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria 269 de 17 de novembro de 1988. Regulamenta no âmbito federal, dispositivos da lei nº. 6.309, de 15 de dezembro de 1975, e no decreto nº. 82.110, de 14 de agosto de 1978. **Diário Oficial da União**, Poder executivo, Brasília, DF, 22 Nov. 1988. Seção 1, P. 22531. 1988. Arroz, 28 p.

LOURINHO, F. L. **Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche**. 2006. 55 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

MURAKAMI, A. E.; GARCIA, E. R. M.; SOUZA, L. M. G. Composição e características organolépticas da carne de codornas. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA*, 3, 2007, Lavras. **Anais...** Lavras, 2007, CD-ROOM.

MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Produção de Codornas Japonesas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 76 p.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA*, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras, UFLA, 2002, p. 113-120.

NERY, L. R. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. 2005, 100 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

OLADUNJOYE, I. O.; OJEBIYI, O. O. Performance characteristics of broiler chicken (*Gallus gallus*) fed rice (*Oriza sativa*) bran with or without Roxazyme G2G. **International Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 2, n. 4, p. 135-140, 2010.

OLIVEIRA, N. T. E. *et al.* Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas japonesas criadas para a produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 675-686, 2002.

PASQUETTI, T. J. *et al.* Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo glicerina bruta, oriunda de gordura animal e óleo vegetal, na fase de um a 14 dias de idade. *In*: 48ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2011, Pará. **Anais...** Pará, 2011, CD-ROOM.

PINTO, R. *et al.* Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1761-1770, 2002.

PIYARATNE, M. K. D. K. *et al.* Effects of balancing rice bran based diets for up to four amino acids on growth performance of broilers. **Tropical Agricultural Research and Extension**, v. 12, n. 2, p. 57-61, 2009.

POLI-NUTRI. Quirera de arroz, alternativa na redução de custo. 2002. Disponível em: <<http://www.polinutri.com.br>>. Acessado em: 20 mar. 2012.

RESENDE, M. J. M. *et al.* Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 353-358, 2004.

RIBEIRO, A. M. L.; HENN, J. D.; SILVA, G. L. Alimentos alternativos para suínos em crescimento e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 1, p. 61-71, 2010.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa:UFV, 2011. 252 p.

SAKAMOTO, M. I. *et al.* Valor energético de alguns alimentos alternativos para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 818-821, 2006.

SALUNKHE, D. K.; CHAVAN, J. K.; KADAM, S. S. *Postharvest Biotechnology of Cereals*. Flórida: CRC Press, 1999. 208 p.

SANTOS, R. *et al.* Efeito da diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. *In*: CONFERÊNCIA APINCO, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, Revista Brasileira de Ciência Avícola, 2001, supl. 3, p. 31.

SCHOULTEN, N. A. *et al.* Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

SHIM, K. F.; VOHRA, P. A. A review of the nutrition of japanese quail. **Word's Poultry Science Journal**, v. 40, n. 3, p. 261-274, 1984.

SILVA, J. H. V. *et al.* Uso da farinha integral da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (S. W.) D.C.) na alimentação de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1789-1794, 2002.

SIRIWARDENE, J. A. S. Analytical data on rice bran processed in Ceylon. **Ceylon Veterinary Journal**, v. 17, n. 3, p. 73-76, 1969.

SOUZA, G. A.; LOPEZ, J. Farelo de arroz integral como fonte de fósforo em rações para frangos de corte. 1. Desempenho e produtividade animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 1, p. 73-84, 1994.

VIOLA, E. S.; BARTLES, H. A. S.; LUDKE, J. V. Digestibilidade de subprodutos do beneficiamento do arroz e do milho pré-cozido para suínos. *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1996, p. 243-244.

ZHAI, C. K. *et al.* Comparative study on nutritional value of Chinese and North American wild rice. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, n. 4, p. 371-382, 2001.

CAPÍTULO II

SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR QUIRERA DE ARROZ NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos do nível de substituição do milho pela quirera de arroz sobre o desempenho de codornas de corte de 7 à 49 dias de idade. Foram utilizadas 288 codornas de corte, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 6 repetições de 8 aves cada. Foram testados os níveis de 0, 20, 40, 60, 80 e 100% de substituição do milho pela quirera de arroz em seis rações isonutrientes, sobre as variáveis de consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave), conversão alimentar (g/g), rendimento de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa, bem como sobre a viabilidade econômica. A substituição do milho pela quirera de arroz não influenciou significativamente o desempenho e as características de carcaça das aves nas diferentes fases de criação, nem tão pouco a viabilidade econômica. Portanto, pode-se afirmar que a quirera de arroz pode substituir o milho na alimentação de codornas de corte em níveis de até 100%.

Palavras-chave: alimentos alternativos, consumo de ração, conversão alimentar, *Coturnix coturnix coturnix*, desempenho

CHAPTER II - REPLACEMENT OF CORN FOR BROKEN RICE IN THE FEEDING OF MEAT QUAILS

ABSTRACT - The experiment was conducted to evaluate the level effect of replacement of corn for broken rice on the performance of meat quails from 7 to 49 days old. A total of 288 meat quails were distributed in a completely randomized design with 6 treatments and 6 replicates of 8 birds each. Were tested the levels of 0, 20, 40, 60, 80 and 100% replacement of corn for broken rice in six isonutritives rations on variables of feed intake (g/poultry), weight gain (g/poultry), feed conversion (g/g), carcass yield, breast, thigh and drumstick, as well as economic viability. The replacement of corn for broken rice did not influenced significantly the performance and carcass characteristics of quails at different stages of creation, nor the economic viability. Therefore, it can be stated that the broken rice can replace corn in feeding of meat quails at levels up to 100%

Keywords: alternative food, *Coturnix coturnix coturnix*, feed conversion, feed intake, performance

1. INTRODUÇÃO

No atual cenário da produção avícola brasileira, a coturnicultura vem despertando grande interesse por parte dos pequenos, médios e grandes produtores, por ser considerada uma atividade rentável e alternativa à atividade avícola tradicional. Destaca-se também por atender a um mercado consumidor cada vez mais exigente, visto que é uma cultura que apresenta rápido crescimento dos animais, precocidade na produção e maturidade sexual, alta produtividade, baixo investimento inicial e o rápido retorno financeiro (SANTOS *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2009).

Ao considerar que a alimentação pode ser responsável por cerca de 70% dos custos de produção avícola, torna-se cada vez mais evidente a importância de pesquisas em avaliação de alimentos, cuja relevância se deve ao fato de que as rações para as aves são altamente dependentes do uso de cereais e oleaginosas em sua composição.

A atual perspectiva de substituição de alimentos convencionais pelos denominados alternativos deve-se ao fato, por exemplo, da produção de milho na região Nordeste, que nos últimos anos não foi suficiente para atender a crescente demanda, e a recorrente competição entre humanos e animais. (SILVA *et al.*, 2002; RAMOS *et al.*, 2006; MOURA *et al.*, 2010).

O arroz (*Oryza sativa*, L.) é mundialmente produzido para alimentação humana, entretanto, quando não se encontra dentro das especificações para o consumo humano ou quando razões econômicas o permitem, pode ser utilizado na alimentação animal (TEIXEIRA, 1997). Desta forma, o uso de resíduos agroindustriais como a quirera de arroz, composta por grãos quebrados e defeituosos resultantes do processo de peneiragem após a retirada da casca do grão, é um excelente ingrediente para rações, devido ao seu baixo custo e alta qualidade, com nível proteico e de energia metabolizável semelhante ao do milho, caracterizando-o como um alimento energético (ROSTAGNO *et al.*, 2011).

O uso da quirera de arroz na alimentação de frangos de corte tem encontrado restrição apenas em relação ao custo, podendo vir a substituir o milho em rações sem apresentar efeito significativo sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (BRUM Jr. *et al.*, 2007; CANCHERINI *et al.*, 2008; GENEROSO *et al.*, 2008). Todavia, recomenda-se a inclusão de pigmentantes na ração, uma vez que este resíduo é pobre em carotenoides.

Na literatura, observou-se relatos da utilização de quirera de arroz na alimentação de codornas de postura (OLIVEIRA *et al.*, 2007), mas são escassas as informações da sua

utilização na alimentação de codornas de corte. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da substituição do milho por quirera de arroz sobre o desempenho e as características de carcaça de codornas de corte, bem como a viabilidade econômica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza - Ceará, no período de 26 de Janeiro a 9 de Março de 2011, com uma duração de 49 dias.

Inicialmente, um total de 400 codornas foram alojadas em galpão com cobertura de telha francesa, piso de concreto e muretas laterais em alvenaria, com tela de arame até altura do pé-direito do telhado, providas de cortinas laterais. Nesta fase inicial, utilizaram-se cama de maravalha sobre piso, círculos de proteção e campânulas elétricas, bem como a gás para aquecimento na primeira semana de vida das codornas. O manejo das cortinas foi realizado de acordo com o comportamento das aves.

Aos sete dias de idade, 288 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) não sexadas com peso inicial médio de $36,06 \pm 2,16$ g as aves foram selecionadas com base na uniformidade em peso vivo conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 6 repetições de 8 aves por unidade experimental. Foram testados os níveis de 0, 20, 40, 60, 80 e 100% de substituição do milho pela quirera de arroz em rações para codornas de corte.

Para formulação das rações experimentais (Tabela 1), foram consideradas as exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (1994) para a fase de crescimento (1 a 49 dias). Todas as rações foram isocalóricas, isocálcicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas para metionina. Os dados de composição de alimentos foram baseados segundo Rostagno *et al.* (2011).

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (24 cm x 50 cm x 25 cm) que dispunham de um comedouro tipo calha e um bebedouro tipo pressão, e ao décimo dia foi feita a cobertura vacinal contra o vírus da doença de Newcastle, via ingestão de água. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade.

A iluminação artificial do galpão foi realizada com lâmpadas fluorescentes de 40w, distribuídas a uma altura de 2,40 do piso, permitindo iluminação uniforme para todas as aves. O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial) durante os 7

primeiros dias de experimento, e 12 horas de luz (natural) para o período restante (MURAKAMI; ARIKI, 1998).

Tabela 1 - Composição das rações experimentais para codornas de 7 a 49 dias de idade

| Ingredientes (kg) | Níveis de Substituição do Milho por QA ¹ (%) | | | | | |
|--|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Milho | 52,10 | 41,69 | 31,27 | 20,85 | 10,43 | 0,00 |
| Quirera de arroz | 0,00 | 10,34 | 20,68 | 31,02 | 41,26 | 51,70 |
| Farelo de soja (45%) | 42,99 | 42,96 | 42,93 | 42,90 | 42,86 | 42,84 |
| Calcário calcítico | 1,20 | 1,18 | 1,16 | 1,14 | 1,13 | 1,11 |
| Óleo de soja | 1,91 | 2,02 | 2,14 | 2,25 | 2,37 | 2,49 |
| Fosfato monobicálcico | 0,94 | 0,95 | 0,97 | 0,99 | 1,00 | 1,02 |
| Suplemento mineral e vitamínico ² | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| Sal comum | 0,44 | 0,44 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 |
| DL – metionina | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Custo/Kg de ração (R\$) | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 |
| Nível nutricional calculado | | | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 |
| Proteína bruta (%) | 23,80 | 23,80 | 23,80 | 23,80 | 23,80 | 23,80 |
| Matéria Seca (%) | 87,40 | 87,49 | 87,59 | 87,68 | 87,78 | 87,87 |
| Extrato etéreo (%) | 4,49 | 4,34 | 4,21 | 4,07 | 3,94 | 3,81 |
| Fibra bruta (%) | 3,45 | 3,32 | 3,20 | 3,07 | 2,95 | 2,82 |
| Fibra em detergente ácido (%) | 5,35 | 5,75 | 6,15 | 6,54 | 6,94 | 7,34 |
| Fibra em detergente neutro (%) | 12,08 | 11,30 | 10,51 | 9,72 | 8,94 | 8,15 |
| Cálcio (%) | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| Fósforo disponível (%) | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Sódio (%) | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 |
| Lisina total (%) | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,33 | 1,33 | 1,33 |
| Metionina+cistina total (%) | 0,87 | 0,87 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,87 |
| Metionina total (%) | 0,50 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,52 | 0,51 |
| Treonina total (%) | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 |
| Triptofano total (%) | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,32 |

¹QA = Quirera de arroz; ²Composição por kg do produto: ácido fólico - 138,00 mg; pantotenato de cálcio - 2.750,00 mg; antioxidante - 500,00 mg; biotina - 13,80 mg; cobalto - 25,00 mg; cobre - 2.500,00 mg; colina - 111.450,00 mg; Ferro - 6.250,00 mg; Iodo - 260,00 mg; manganês - 13.000,00 mg; metionina - 300 g; niacina - 6.875,00 mg; piridoxina - 550,00 mg; Colistina - 1750 mg; riboflavina - 1.375,00 mg; Selênio - 45,00 mg; tiamina - 550,00 MG; vez. A - 2.150.000,00 UI; vit. B12 - 2.750,00 mcg; vit. D3 - 555.000,00 UI; vit. E - 2.750,00 UI; vit. K - 400,00 mg; zinco - 11.100,00 mg; silicatos - 20.000,00 mg.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados diariamente às 08h00min e 16h00min, sendo a temperatura registrada com o auxílio de termômetros de máxima e mínima, e a umidade relativa do ar por meio de psicrômetro.

As variáveis estudadas foram consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave), conversão alimentar (g/g), rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa.

No início do experimento, aos 21 e aos 49 dias de idade, a ração fornecida e as sobras foram pesadas para determinar o consumo. Nesses mesmos períodos, também foram realizadas as pesagens das aves de cada parcela para cálculo do ganho de peso médio da parcela.

Aos 49 dias de idade, após jejum alimentar de 6 horas, todas as aves foram pesadas. Em seguida, foram selecionados um macho e uma fêmea de cada parcela mediante o peso médio da mesma parcela. As aves escolhidas foram identificadas e abatidas por deslocamento cervical, sangradas, escaldadas (água a 60°C por 3 minutos), depenadas e evisceradas.

As carcaças limpas, sem cabeça, pescoço e pés, foram pesadas para determinação do rendimento de carcaça (expresso em percentagem do peso vivo). Em seguida, realizaram-se os cortes para retirada do peito inteiro e coxa + sobrecoxa, os quais foram pesados para o cálculo de rendimento. Das vísceras, o fígado e a moela também foram separados e pesados para o cálculo do rendimento. Os dados de rendimento de peito, coxa + sobrecoxa, fígado e moela foram obtidos pela relação entre o peso da parte avaliada e o peso da carcaça quente.

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão da QA nas rações, determinou-se o custo da ração (CR) por quilograma de ganho de peso vivo, segundo a equação proposta por Bellaver *et al.* (1985); $Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$, em que Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i -ésimo tratamento; Q_i = quantidade de ração consumida no i -ésimo tratamento; P_i = preço por quilograma da ração utilizada no i -ésimo tratamento e G_i = ganho de peso do i -ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) propostos por Fialho *et al.* (1992): $IEE = (MCE_i / CTE_i) \times 100$ e $IC = (CTE_i / MCE_i) \times 100$, em que MCE_i = menor custo da ração por quilograma ganho, observado entre tratamentos e CTE_i = custo do tratamento i considerado. No cálculo do custo da ração, foram considerados os valores de R\$0,70, R\$1,10, R\$0,64, R\$2,20, R\$0,20, R\$2,60, R\$0,10, R\$11,00 e R\$13,00 para o quilograma de milho, farelo de soja, quirera de arroz, óleo de soja, calcário, fosfato mono-bicálcico, sal comum, puramix inicial e DL-Metionina, respectivamente.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando-se o SAS (2000). Os graus de liberdade referentes aos níveis de substituição do milho pela quirera de arroz, excluindo-se o nível zero de substituição (controle), foram desdobrados em polinômios, para estabelecer a curva que melhor descrevesse o comportamento dos dados. Para comparação

dos resultados obtidos com cada um dos níveis de substituição em relação aos obtidos com o nível zero de substituição (controle), foi utilizado o teste de Dunnett (5%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura ambiente mínima e máxima, bem como a umidade relativa do ar no galpão durante o experimento foram de $26,22^{\circ}\text{C} \pm 1,53$; $30,61^{\circ}\text{C} \pm 2,16$ e 78%, respectivamente.

Os resultados médios obtidos para o desempenho e rendimento de carcaça das aves submetidas aos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 2. Conforme a análise estatística dos dados, a substituição do milho por quirera de arroz na ração não influenciou significativamente ($P>0,05$) o consumo de ração, ganho de peso e a conversão alimentar das codornas na fase inicial de 7 à 21 dias de idade, nem tão pouco no período total de criação, dos 7 à 49 dias de idade.

Considerando que as rações foram formuladas para serem isonutrientes e as aves modificam a ingestão de ração em função do nível de energia da ração, pode-se inferir que a ausência de diferença no consumo de ração das codornas submetidas aos diferentes níveis de substituição do milho pela quirera de arroz confirma os relatos de que a diferença na energia metabolizável entre esse alimento e o milho para aves pode ser corrigido com a adição de óleo às rações (JUNQUEIRA *et al.*, 2005; ROSTAGNO *et al.*, 2011), proporcionando assim, um aproveitamento satisfatórios dos nutrientes pelas aves.

Como o ganho de peso das aves é resultante da ingestão e absorção dos nutrientes da ração, o resultado obtido para essa variável reflete diretamente os efeitos obtidos para o consumo de ração. Por sua vez, como o consumo de ração e o ganho de peso não variaram significativamente entre os tratamentos, a conversão alimentar também não foi influenciada significativamente pelo aumento da quirera de arroz na ração, à medida que aumentou-se o percentual de substituição do milho por esse alimento na ração das codornas.

Os resultados obtidos para codornas de corte na presente pesquisa são semelhantes aos obtidos para frangos de corte por Brum Jr. *et al.* (2007). Avaliando a substituição do milho pela quirera em rações para frangos de corte em níveis de 0%, 20% e 40%, os pesquisadores não observaram efeito significativo ($P>0,05$) sobre o consumo, ganho de peso e conversão alimentar das aves. Da mesma forma, Cancherini *et al.* (2008) também não observaram influência significativa com a inclusão de 22,5% e 7,5% de quirera de arroz

na ração sobre o desempenho de frangos de corte, nas fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade, respectivamente.

Tabela 2 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo quirera de arroz em substituição ao milho

| Níveis de substituição (%) | Parâmetros avaliados | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | CR ¹ (g/ave) | GP ² (g/ave) | CA ³ (g/g) |
| Fase Inicial (7 a 21 dias) | | | |
| 0 | 255,03 | 106,68 | 2,40 |
| 20 | 276,99 | 118,40 | 2,34 |
| 40 | 275,67 | 119,67 | 2,31 |
| 60 | 277,05 | 120,60 | 2,30 |
| 80 | 241,11 | 113,29 | 2,14 |
| 100 | 279,42 | 114,61 | 2,47 |
| Média | 267,55 | 115,54 | 2,33 |
| Efeito – ANOVA ⁴ | <i>p</i> -valor | | |
| Nível de substituição | 0,13 | 0,07 | 0,65 |
| Análise de Regressão | <i>p</i> -valor | | |
| Linear | 0,47 | 0,19 | 0,84 |
| Quadrática | 0,39 | 0,52 | 0,28 |
| CV ⁵ (%) | 9,52 | 6,59 | 13,11 |
| Período Total (7 a 49 dias) | | | |
| 0 | 976,58 | 229,81 | 4,25 |
| 20 | 1046,28 | 232,48 | 4,50 |
| 40 | 1072,31 | 237,18 | 4,53 |
| 60 | 1048,85 | 238,92 | 4,40 |
| 80 | 993,73 | 234,27 | 4,26 |
| 100 | 1086,2 | 234,52 | 4,63 |
| Média | 1035,37 | 234,38 | 4,42 |
| Efeito – ANOVA ⁴ | <i>p</i> -valor | | |
| Nível de substituição | 0,12 | 0,90 | 0,27 |
| Análise de Regressão | <i>p</i> -valor | | |
| Linear | 0,16 | 0,48 | 0,31 |
| Quadrática | 0,46 | 0,35 | 0,90 |
| CV ⁵ (%) | 6,89 | 5,76 | 6,86 |

¹CR = Consumo de Ração; ²GP = Ganho de peso; ³CA = Conversão alimentar; ⁴ANOVA = Análise de variância; ⁵CV = Coeficiente de variação; Efeito não significativo a 5% de probabilidade (P>0,05).

Para as características de carcaça (Tabela 3), observou-se que a substituição do milho pela quirera de arroz na ração não influenciou significativamente (P>0,05) o rendimento de carcaça, peito e coxa+sobrecoxa, bem como a proporção de fígado e moela.

Tabela 3 - Características de carcaça de codornas de corte alimentados com rações contendo quirera de arroz em substituição ao milho

| Níveis de substituição (%) | Parâmetros avaliados | | | | |
|-----------------------------|----------------------|-----------|----------------------|------------|-----------|
| | Carcaça (%) | Peito (%) | Coxa + Sobrecoxa (%) | Fígado (%) | Moela (%) |
| 0 | 78,93 | 34,37 | 20,14 | 2,01 | 0,45 |
| 20 | 79,65 | 34,92 | 19,61 | 1,89 | 0,40 |
| 40 | 78,83 | 35,92 | 19,82 | 1,99 | 0,42 |
| 60 | 77,79 | 33,64 | 20,05 | 2,12 | 0,44 |
| 80 | 77,32 | 32,47 | 20,07 | 2,16 | 0,40 |
| 100 | 78,48 | 33,98 | 19,37 | 2,08 | 0,38 |
| Média | 78,51 | 34,22 | 19,85 | 2,04 | 2,15 |
| Efeito – ANOVA ¹ | | | <i>p</i> -valor | | |
| Nível de substituição | 0,45 | 0,10 | 0,84 | 0,25 | 0,09 |
| Análise de Regressão | | | <i>p</i> -valor | | |
| Linear | 0,16 | 0,06 | 0,85 | 0,06 | 0,08 |
| Quadrática | 0,16 | 0,51 | 0,14 | 0,18 | 0,60 |
| CV ² (%) | 3,49 | 7,81 | 7,67 | 13,37 | 15,1 |

¹ANOVA = Análise de variância; ²CV = Coeficiente de variação; Efeito não significativo a 5% de probabilidade ($P > 0,05$).

Segundo Freitas *et al.* (2006), se o valor nutricional do alimento foi bem avaliado, é pouco provável que as características da carcaça sejam influenciados pela inclusão desse alimento em rações isonutrientes. Por outro lado, se o valor de energia metabolizável de um alimento foi subestimado ou superestimado, a sua inclusão na ração pode ocasionar mudanças na relação energia: proteína da ração e, assim, proporcionar modificações no rendimento de carcaça e até mesmo nos cortes da carcaça. Dessa forma, a ausência de variação sobre as características de carcaça verificada na presente pesquisa pode ser considerada como resultado esperado, uma vez que rações utilizadas foram calculadas para serem isonutritivas, e não houve diferença significativa no consumo de ração.

Os resultados observados para as características de carcaça das codornas se assemelham aos relatados para frangos de corte (BRUM Jr. *et al.*, 2007), onde verificou-se a ausência de influência significativa da substituição do milho pela quirera de arroz nos níveis de 0, 20 e 40% sobre o rendimento de carcaça e dos cortes da carcaça de frangos de corte. Cancherini *et al.* (2008) também não observaram influencia significativa da inclusão de 22,5% e 7,5% de quirera de arroz na ração sobre o rendimento de carcaça e dos cortes dos frangos, de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias, respectivamente.

Quanto a proporção de moela, os resultados obtidos para codornas de corte diferem dos relatados para frangos por Brum Jr. *et al.* (2007). Segundo os pesquisadores houve redução na proporção de moela dos frangos à medida que aumentou a substituição do

milho pela quirera de arroz na ração, associando esse resultado ao menor estímulo desse órgão devido a uma menor quantidade de fibra na ração, visto que a quirera tem menor proporção de fibra bruta que o milho.

Preocupados com os efeitos do uso da quirera de arroz sobre a pigmentação da carne das aves, Brum Jr. *et al.* (2007) constataram redução na pigmentação do bico e da canela com a progressiva substituição do milho pela quirera de arroz na ração, comprovando o efeito da carência de substâncias pigmentantes desse alimento em relação ao milho. Vale ressaltar que na literatura não são encontrados relatos sobre a influência da alimentação na coloração da carne de codornas de corte e o efeito dessa coloração sobre a preferência do consumidor. Por outro lado, a cor da carne de codornas é mais escura que a do frango de corte e o bico e a canela não apresentam a cor amarelada verificada no frango alimentado com rações ricas em carotenoides.

Quanto à viabilidade econômica (Tabela 4), observou-se que o custo da ração por quilograma de ganho de peso vivo, índice de custo e índice de eficiência econômica não foram influenciados significativamente pelos níveis de substituição do milho pela quirera de arroz nas rações e que os resultados obtidos com os diferentes níveis de substituição não diferiram dos resultados obtidos com o grupo controle. Esses resultados indicam a viabilidade econômica da utilização de até 100% de substituição do milho pela quirera de arroz na alimentação de codornas do tipo corte.

Vale ressaltar que o custo por quilograma de quirera de arroz foi de aproximadamente 91% do custo do quilograma do milho e essa diferença viabilizou o incremento da proporção de óleo na ração para mantê-las isoenergéticas.

Considerando-se que os resultados de desempenho, características de carcaça e viabilidade econômica obtidos para as aves alimentadas com os crescentes níveis de substituição do milho pela quirera de arroz não diferiram dos resultados obtidos para o grupo controle, recomenda-se a substituição de até 100% do milho pela quirera de arroz em rações para codornas de corte quando o preço da quirera de arroz for aproximadamente 10% inferior ao do milho.

Tabela 4 - Avaliação econômica da substituição do milho por quirera de arroz em rações para codornas do tipo corte

| Níveis de substituição (%) | Parâmetros avaliados | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
| | CR ¹ (R\$/Kg de ganho) | IEE ² (%) | IC ³ (%) |
| Fase Inicial (7 a 21 dias) | | | |
| 0 | 2,34 | 87 | 117 |
| 20 | 2,22 | 91 | 111 |
| 40 | 2,18 | 93 | 109 |
| 60 | 2,17 | 94 | 108 |
| 80 | 2,00 | 100 | 100 |
| 100 | 2,30 | 90 | 115 |
| Efeito – ANOVA ⁴ | | <i>p</i> -valor | |
| Nível de substituição | 0,49 | 0,43 | 0,49 |
| Análise de Regressão | | <i>p</i> -valor | |
| Linear | 0,95 | 0,71 | 0,95 |
| Quadrática | 0,28 | 0,30 | 0,29 |
| CV ⁵ (%) | 12,98 | 12,46 | 12,98 |
| Período Total (7 a 49 dias) | | | |
| 0 | 4,05 | 99 | 101 |
| 20 | 4,27 | 94 | 106 |
| 40 | 4,28 | 94 | 107 |
| 60 | 4,14 | 98 | 103 |
| 80 | 3,99 | 100 | 100 |
| 100 | 4,31 | 94 | 107 |
| Efeito – ANOVA ⁴ | | <i>p</i> -valor | |
| Nível de substituição | 0,36 | 0,35 | 0,36 |
| Análise de regressão | | <i>p</i> -valor | |
| Linear | 0,65 | 0,58 | 0,66 |
| Quadrática | 0,25 | 0,20 | 0,26 |
| CV ⁵ (%) | 6,88 | 7,11 | 6,97 |

¹CR = Custo da ração; ²IEE = Índice de eficiência econômica; ³IC = Índice de custo; ⁴ANOVA = Análise de variância; ⁵CV = Coeficiente de variação; Efeito não significativo a 5% de probabilidade (P>0,05).

4. CONCLUSÕES

É economicamente viável a substituição parcial ou total do milho pela quirera de arroz em rações para codornas destinadas à produção de carne.

REFERÊNCIAS

- BELLAVER, C. *et al.* Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.
- BRUM Jr. , B. S. *et al.* Dieta para frangos de corte contendo quirera de arroz. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1423-1429, 2007.
- CANCHERINI, L. C. *et al.* Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo subprodutos do arroz formuladas com base nos conceitos de proteína bruta e ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 616-623, 2008.
- FIALHO, E. T. *et al.* Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 10, p. 1467-1475, 1992.
- FREITAS, E. R. *et al.* Farelo da castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1001-1006, 2006.
- GENEROSO, R. A. R. *et al.* Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.
- JUNQUEIRA, O. M. *et al.* Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2335-2339, 2005.
- MOURA, A. M. A. *et al.* Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2697-2702, 2010.
- MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Produção de Codornas Japonesas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 76 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences: 1994. 155p.
- OLIVEIRA, N. T. E. *et al.* Pigmentação de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1525-1531, 2007.
- RAMOS, L. S. N. *et al.* Polpa de cajú em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 804-810, 2006.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa:UFV, 2011. 252 p.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. 283p.

SANTOS, A. L. S. *et al.* Níveis de inclusão de farinha de penas na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de codornas para corte. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 28, n. 1, p. 27-30, 2006.

SAS Institute. **SAS Users guide**: Statistics. Version 8. Cary, NC, 2000.

SILVA, J. H. V. *et al.* Uso da farinha integral de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) na alimentação de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1789-1795, 2002.

SILVA, R. M. *et al.* Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1509-1517, 2009.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. 4. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 402 p.

CAPITULO III

FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão de farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) nas rações de codornas de corte em crescimento e, seus efeitos sobre o desempenho, digestibilidade dos nutrientes, rendimento de carcaça, análise de ossos, bem como sobre a viabilidade econômica. Foram utilizadas 288 codornas de corte, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 6 repetições de 8 aves cada. Os tratamentos consistiram de uma ração controle, sem a inclusão de FIAP, e as demais contendo 5, 10, 15, 20 e 25% de FIAP. Conforme os resultados, houve decréscimo linear nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e energia bruta (CDEB) e aumento linear da energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) com a inclusão do FIAP nas rações, acima de 5%. Houve redução linear no consumo de ração e ganho de peso, sem, contudo influenciar na conversão alimentar, características de carcaça e parâmetros de qualidade óssea. Embora tenha ocorrido redução de alguns parâmetros quando se aumentou o FIAP acima de 5%, não houve prejuízo significativo no desempenho das aves alimentadas com os diferentes níveis do FIAP em relação às do grupo controle. O uso de até 25% de FIAP proporcionou a melhor viabilidade econômica, podendo-se concluir que de acordo com as condições experimentais o FIAP pode ser incluído nas rações de codornas de corte até a referida proporção.

Palavras-chave: alimentos alternativos, consumo de ração, conversão alimentar, *Coturnix coturnix coturnix*, desempenho

CHAPTER III – PARBOILED RICE BRAN IN THE FEEDING OF MEAT QUAILS

ABSTRACT – The objective of this experiment was to evaluate the inclusion of parboiled rice bran parboiled (FIAP) in rations for growing meat quails and their effects on performance, nutrient digestibility, carcass yield and quality of bone, as well as the economic viability. Were used 288 meat quails distributed in a completely randomized design with 6 treatments and 6 replicates of 8 birds each. The treatments were a control diet without including FIAP, and the other containing 5, 10, 15, 20 and 25% of FIAP. There were a linear decrease in the apparent digestibility of dry matter (CDMS) and crude energy (CDEB) and a linear increase of apparent metabolizable energy (EMA) and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (EMAn) with the inclusion of FIAP in rations, above 5%. There was a linear decrease in feed intake and weight gain, without however influencing feed conversion, carcass characteristics and parameters of bone quality. Although there were some reduction parameters when FIAP increased above 5%, there was not significant loss in performance of birds fed with different levels of FIAP in relation to the control group. The use of up to 25% FIAP provided better economic viability, can be concluded that according to the experimental conditions, the FIAP can be included in the rations of meat quails to said proportion.

Keywords: alternative feed, *Coturnix coturnix coturnix*, feed conversion, feed intake, performance

1. INTRODUÇÃO

No Nordeste do Brasil, atualmente, a avicultura é uma das atividades que tem propiciado maior progresso técnico, científico e socioeconômico para a população desta região, com notável provimento de fontes proteicas de baixo custo aos consumidores, resultante da diversificação dos sistemas de produção de carne e ovos.

O milho é o principal alimento energético utilizado na alimentação animal e o responsável por grande parte dos custos nas formulações de rações. Diante disso, são justificáveis as pesquisas envolvendo alimentos alternativos, que buscam a correta avaliação nutricional para manter as características qualitativas das rações, com o menor custo. Nesse contexto, Murakami e Furlan (2002) ressaltaram que a utilização de alimentos alternativos ao uso do milho têm sido constantemente estudados em rações para frangos de corte e galinhas de postura, porém, na alimentação de codornas poucas são as informações, considerando-se que essas aves apresentam particularidades fisiológicas e comportamentais, diferenciando-se das demais em eficiência alimentar e produtividade.

Ao longo dos anos, os subprodutos ou resíduos resultantes do processamento industrial de produtos agrícolas são os que mais despertam a atenção dos pesquisadores para uso como alimentos alternativos na alimentação animal. Assim, os subprodutos do processamento do arroz, como a quirera e o farelo, têm sido avaliados na alimentação das aves. Segundo Bonato *et al.* (2004) e Piyaratne *et al.* (2009), o farelo de arroz é um alimento alternativo de grande destaque para a alimentação de aves, mas a presença de fatores antinutricionais como o alto teor de fibra, fitatos, lipases e substâncias antiproteolíticas limitam o seu uso, pois prejudicam a digestibilidade de todos os componentes nutritivos da ração.

Trabalhando com a inclusão de farelo de arroz integral na ração de frangos de corte, Oladunjoye e Ojebiyi (2010) recomendaram a inclusão de até 10%. Por sua vez, Piyaratne *et al.* (2009) indicaram níveis de até 20% sem prejuízo no desempenho.

O aumento no consumo de arroz que passa pelo processo de parboilização vem aumentando no Brasil e, com isso, também tem aumentado a oferta do farelo oriundo desse processamento (DORS *et al.*, 2009). Segundo os pesquisadores, diferente do beneficiamento tradicional, no processo de parboilização, o grão de arroz é submetido a calor sob pressão antes de ser descascado e polido. Isso resulta em mudanças físicas e químicas no grão polido e do farelo.

Na literatura, os relatos da utilização de qualquer tipo de farelo de arroz na alimentação de codornas destinadas à produção de carne são escassos e, por isso, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado na ração de codornas de corte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza - Ceará, no período de 26 de Janeiro a 9 de Março de 2011, com uma duração de 49 dias.

Inicialmente, um total de 400 codornas foi alojado em galpão com cobertura de telha francesa, piso de concreto e muretas laterais em alvenaria, com tela de arame até altura do pé-direito do telhado, providas de cortinas laterais. Nesta fase inicial, utilizaram-se cama de maravalha sobre piso, círculos de proteção e campânulas elétricas, bem como a gás para aquecimento na primeira semana de vida das codornas. O manejo das cortinas foi realizado de acordo com o comportamento das aves.

Aos sete dias de idade, 288 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) não sexadas com peso inicial médio de $34,08 \pm 2,17$ g as aves foram selecionadas com base na uniformidade em peso vivo conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 6 repetições de 8 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de uma ração testemunha, sem FIAP, e de rações com a inclusão de FIAP nas porcentagens de 5, 10, 15, 20 e 25%.

As rações experimentais (Tabela 5) foram formuladas para serem isonutrientes de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (1994) para codornas em crescimento. Também foram considerados os valores de composição dos alimentos apresentados nas tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno *et al.*, 2011), com correção da proporção dos nutrientes em função da matéria seca dos mesmos, determinadas em laboratório, conforme Silva e Queiroz (2002).

No período experimental, as aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (24 cm x 50 cm x 25 cm) que dispunham de um comedouro tipo calha e um bebedouro tipo pressão, e ao décimo dia foi feita a cobertura vacinal contra o vírus da doença de Newcastle, via ingestão de água. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade.

A iluminação artificial do galpão foi realizada com lâmpadas fluorescentes de 40W, distribuídas a uma altura de 2,40 do piso, permitindo iluminação uniforme para todas as aves. O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial) durante os 7 primeiros dias de experimento, e 12 horas de luz (natural) para o período restante (MURAKAMI; ARIKI, 1998).

Tabela 5 - Composição das rações experimentais para codornas de 7 a 49 dias de idade

| Ingredientes (kg) | Níveis de FIAP ¹ (%) | | | | | |
|--|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Milho | 52,10 | 47,01 | 41,94 | 36,85 | 31,77 | 26,67 |
| Farelo integral de arroz parboilizado | 0,00 | 5,00 | 10,00 | 15,00 | 20,00 | 25,00 |
| Farelo de soja (45%) | 42,99 | 42,46 | 41,93 | 41,39 | 40,86 | 40,33 |
| Calcário calcítico | 1,20 | 1,22 | 1,25 | 1,27 | 1,29 | 1,32 |
| Óleo de soja | 1,91 | 2,56 | 3,20 | 3,86 | 4,51 | 5,17 |
| Fosfato monobicálcico | 0,94 | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,71 | 0,65 |
| Suplemento mineral e vitamínico ² | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| Sal comum | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 |
| DL – metionina | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Custo/Kg de ração (R\$) | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 |
| Nível nutricional calculado | | | | | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 |
| Proteína bruta (%) | 23,80 | 23,80 | 23,80 | 23,80 | 23,80 | 23,80 |
| Matéria Seca (%) | 87,40 | 87,64 | 87,59 | 88,14 | 88,39 | 88,64 |
| Extrato etéreo (%) | 4,49 | 5,67 | 6,85 | 8,06 | 9,25 | 10,45 |
| Fibra bruta (%) | 3,45 | 3,72 | 3,99 | 4,26 | 4,54 | 4,81 |
| Fibra detergente ácido (%) | 5,35 | 5,75 | 6,16 | 6,56 | 6,97 | 7,38 |
| Fibra detergente neutro (%) | 12,08 | 12,47 | 12,86 | 13,26 | 13,65 | 14,04 |
| Cálcio (%) | 0,80 | 0,79 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| Fósforo disponível (%) | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Sódio (%) | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 |
| Lisina total (%) | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 |
| Metionina + cistina total (%) | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| Metionina total (%) | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Treonina total (%) | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| Triptofano total (%) | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |

¹FIAP = Farelo integral de arroz parboilizado; ²Composição por kg do produto: ácido fólico - 138,00 mg; pantotenato de cálcio - 2.750,00 mg; antioxidante - 500,00 mg; biotina - 13,80 mg; cobalto - 25,00 mg; cobre - 2.500,00 mg; colina - 111.450,00 mg; ferro - 6.250,00 mg; iodo - 260,00 mg; manganês - 13.000,00 mg; metionina - 300 g; niacina - 6.875,00 mg; piridoxina - 550,00 mg; colistina - 1750 mg; riboflavina - 1.375,00 mg; Selênio - 45,00 mg; tiamina - 550,00 mg; vit. A - 2.150.000,00 UI; vit. B12 - 2.750,00 mcg; vit. D3 - 555.000,00 UI; vit. E - 2.750,00 UI; vit. K - 400,00 mg; zinco - 11.100,00 mg; silicatos - 20.000,00 mg.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados diariamente às 08h00min e 16h00min, sendo a temperatura registrada com o auxílio de termômetros de máxima e mínima, e a umidade relativa do ar por meio de psicrômetro.

As variáveis estudadas foram consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave), conversão alimentar (g/g), digestibilidade dos nutrientes, rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa, análise de ossos, bem como a viabilidade econômica.

No início do experimento, aos 21 e aos 49 dias de idade, a ração fornecida e as sobras foram pesadas para determinar o consumo. Nesses mesmos períodos, também foram realizadas as pesagens das aves de cada parcela para cálculo do ganho de peso médio da parcela, sendo a conversão alimentar calculada dividindo-se a quantidade de ração consumida em cada período pelo número de aves de cada repetição.

Para avaliar os efeitos dos níveis de inclusão do FIAP na ração sobre a digestibilidade dos nutrientes, procedeu-se a coleta total de excretas (SIBBALD; SLINGER, 1963) em dois períodos, do 14º ao 18º dia e do 35º a 39º dia do período experimental. Antecedendo o início da alimentação da fase experimental, as codornas foram submetidas a jejum alimentar de duas horas com o objetivo de esvaziar o trato gastrointestinal, e assim, coletar apenas as excretas provenientes da ração consumida durante o ensaio. Esse mesmo procedimento foi realizado para determinar o final do período de coleta.

Em cada período, as excretas foram coletadas duas vezes ao dia (08:00 horas e 16:00 horas), em bandejas cobertas com plástico, colocadas sob cada gaiola. Após o período de coleta, as amostras foram devidamente identificadas e encaminhadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo faca e assim como as rações experimentais, foram acondicionadas em frascos e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Com base nos resultados laboratoriais, foram calculados os coeficientes de digestibilidade de MS, N e EB e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), segundo as equações propostas por Matterson *et al.* (1965).

Aos 49 dias de idade, após jejum alimentar de 6 horas, todas as aves foram pesadas. Em seguida, um macho e uma fêmea de cada parcela foram selecionados mediante o peso médio da mesma parcela. As aves escolhidas foram identificadas e abatidas por deslocamento cervical, sangradas, escaldadas em água a 60°C por 3 minutos, depenadas e evisceradas.

As carcaças limpas, sem cabeça, pescoço e pés, foram pesadas para determinação do rendimento de carcaça (expresso em percentagem do peso vivo). Em seguida, realizaram-se os cortes para retirada do peito inteiro e coxa + sobrecoxa, os quais foram pesados para o cálculo de rendimento. Os dados de rendimento de peito e coxa + sobrecoxa foram obtidos pela relação entre o peso da parte avaliada e o peso da carcaça quente.

Após o registro do rendimento de carcaça, as coxas + sobrecoxas utilizadas foram devidamente identificadas e congeladas em freezer a -20°C , onde permaneceram até o momento da desossa, para posterior mensuração da tíbia.

Para a realização da desossa, as peças foram retiradas do freezer e postas para descongelar em geladeira doméstica (temperatura de 4°C por 12 horas) e depois colocadas sobre as bancadas para que o material atingisse a temperatura ambiente. Posteriormente, coxa e sobrecoxa foram devidamente identificadas e mergulhadas em água fervente por 5 minutos. Em seguida foram desossadas com auxílio de um bisturi, conforme metodologia descrita por Bruno (2002), onde se separou a tíbia direita para mensurações e análises.

A mensuração do comprimento dos ossos da tíbia foi realizada por meio de um paquímetro digital e o peso obtido com auxílio de uma balança digital com precisão de 0,01g. A avaliação da densidade óssea foi realizada através do Índice de Seedor, obtido pela relação do valor do peso (mg) pelo comprimento (mm) do osso avaliado (SEEDOR, 1995).

Os parâmetros de resistência e deformidade óssea foram determinados no osso *in natura* (tíbia) com auxílio de uma prensa mecânica. Os ossos foram colocados em posição horizontal sobre um suporte de madeira e depois foi aplicada uma força no centro de cada osso. A quantidade máxima de força aplicada no osso antes da sua ruptura foi considerada a resistência à quebra (kgf/cm^2), sendo esta mensurada através de um extensômetro digital. A deformidade (mm) também era mensurada através de um extensômetro no momento da ruptura do osso.

A determinação da composição química dos ossos foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. Utilizaram-se os ossos da tíbia e do fêmur de ambos os lados, onde os mesmos foram retirados do freezer e colocados em uma bancada para ocorrer o descongelamento. Posteriormente foram colocados em recipientes adequados, pesados e encaminhados para estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h. Em seguida, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas novamente para obter a matéria pré-seca. Após a pesagem, os ossos foram triturados em moinho de bola, e as amostras moídas foram acondicionadas em sacos plásticos

devidamente identificados para posterior determinação da matéria seca (MS) e matéria mineral (MM), segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão da QA nas rações, determinou-se o custo da ração (CR) por quilograma de ganho de peso vivo, segundo a equação proposta por Bellaver *et al.* (1985); $Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$, em que Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento; Q_i = quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento; P_i = preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento e G_i = ganho de peso do i-ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) propostos por Fialho *et al.* (1992): $IEE = (MCE_i / CTE_i) \times 100$ e $IC = (CTE_i / MCE_i) \times 100$, em que MCE_i = menor custo da ração por quilograma ganho, observado entre tratamentos e CTE_i = custo do tratamento i considerado. No cálculo do custo da ração, foram considerados os valores de R\$ 0,70, R\$ 1,10, R\$ 0,40, R\$ 2,20, R\$0,20 e R\$2,60 para o quilograma de milho, farelo de soja, FIAP, óleo de soja, calcário e fosfato mono-bicálcico, respectivamente.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando-se o SAS (2000). Os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão do farelo integral de arroz parboilizado, excluindo-se o nível zero de inclusão (controle), foram desdobrados em polinômios, para estabelecer a curva que melhor descrevesse o comportamento dos dados. Para comparação dos resultados obtidos com cada um dos níveis de inclusão em relação aos obtidos com o grupo controle, foi utilizado o teste Dunnet (5%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura ambiente mínima e máxima e umidade relativa do ar no galpão durante o experimento foram de $26,22^\circ\text{C} \pm 1,53$; $30,61^\circ\text{C} \pm 2,16$ e 78%, respectivamente.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e os valores energéticos das rações experimentais são apresentados na Tabela 6. Conforme a análise de regressão, o FIAP em níveis acima de 5% promoveu redução linear no coeficiente de digestibilidade da MS (CDMS) ($Y = 78,48 - 0,18X$; $R^2 = 0,97$) e EB (CDEB) ($Y = 81,99 - 0,10X$; $R^2 = 0,79$). Entretanto, o coeficiente de digestibilidade do nitrogênio não variou significativamente entre os níveis testados, enquanto, para energia metabolizável aparente (EMA) ($Y = 3.474 + 13,39X$; $R^2 = 0,73$) e energia metabolizável aparente corrigida para

nitrogênio (EMAn) ($Y = 3360 + 12,69X$; $R^2 = 0,73$) houve aumento linear com os níveis crescentes de inclusão, à partir de 5%.

Na comparação de médias pelo teste Dunnett (5%), observou-se que houve diferença significativa entre os resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão do FIAP e os obtidos com a dieta controle (0% de FIAP) para o CDMS, CDEB, EMA e EMAn. Conforme os resultados, a ração controle apresentou energia metabolizável significativamente menor que a das rações contendo FIAP a partir de 5% e maior CDMS que o obtido para a ração contendo 25% de FIAP.

Tabela 6 - Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado

| Níveis de inclusão (%) | Parâmetros avaliados | | | | |
|------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | CDMS ¹ (%) | CDN ² (%) | CDEB ³ (%) | EMA ⁴ (Kcal/kgMS) | EMAn ⁵ (Kcal/kgMS) |
| 0 | 77,21 | 54,74 | 80,70 | 3.316 | 3.218 |
| 5 | 77,59 | 56,42 | 81,64 | 3.559* | 3.433* |
| 10 | 76,82 | 55,48 | 80,52 | 3.567* | 3.448* |
| 15 | 75,60 | 54,01 | 80,80 | 3.687* | 3.564* |
| 20 | 75,35 | 53,50 | 80,48 | 3.767* | 3.647* |
| 25 | 73,95* | 55,92 | 79,24 | 3.793* | 3.667* |
| Média | 76,09 | 55,01 | 80,56 | 3.615 | 3.495 |
| Efeitos – ANOVA ⁶ | | | p-valor | | |
| Nível | 0,005 | 0,98 | 0,02 | 0,001 | 0,001 |
| Análise de Regressão | | | p-valor | | |
| Linear | 0,001 | 0,79 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Quadrática | 0,91 | 0,56 | 0,62 | 0,98 | 0,28 |
| CV ⁷ (%) | 3,23 | 12,05 | 1,99 | 1,52 | 1,27 |

¹CDMS = Coeficiente de digestibilidade da matéria seca; ²CDN = Coeficiente de digestibilidade do nitrogênio; ³CDEB = Coeficiente de digestibilidade da energia bruta; ⁴EMA = Energia metabolizável aparente; ⁵EMAn = Energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; ⁶ANOVA = Análise de variância; ⁷CV = Coeficiente de variação; Efeito não significativo a 5% de probabilidade ($P > 0,05$); Efeito estatístico significativo ($P < 0,05$); *Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$);

A redução linear no CDMS e no CDEB com o aumento do nível de inclusão do FIAP acima de 5%, seguida de aumento linear no valor da energia metabolizável da ração podem ser considerados resultados contraditórios, mas que podem ter ocorrido devido a alguns fatores a serem considerados a seguir.

Frequentemente tem sido relatado que o aumento da fração fibrosa pela presença de polissacarídeos não amiláceos e outros fatores antinutricionais presentes no farelo de arroz pode promover redução no aproveitamento dos nutrientes da ração quando esse ingrediente é adicionado (SCHOULTEN *et al.*, 2003, GALLINGER *et al.*, 2004; PIYARATNE *et al.*,

2009). Assim, a redução nos coeficientes de digestibilidade da ração pode ser associada aos efeitos negativos do aumento da proporção de fibra e de fatores antinutricionais à medida que se adicionou FIAP.

Quanto ao aumento do valor da energia metabolizável das rações com adição do FIAP, apesar da redução no aproveitamento da energia bruta da ração, algumas considerações devem ser feitas na tentativa de se explicar o que pode ter contribuído para estes resultados.

Primeiramente pode ter ocorrido aumento da quantidade de energia bruta da ração devido a uma subestimação da energia metabolizável do FIAP, já que foi considerado o valor de energia do farelo de arroz apresentado por Rostagno *et al.* (2011) e, esse procedimento fez com que, para deixar as rações isoenergéticas, fosse aumentando o nível de inclusão de óleo de soja nas rações à medida que se aumentou o nível de FIAP na ração. Consequentemente, com a maior inclusão de óleo à medida que se adicionou o FIAP, houve aumento na quantidade de gordura disponível para as aves.

Outro fator a ser considerado é a maior exposição dos lipídeos do FIAP devido ao processamento térmico sofrido durante as etapas de beneficiamento do grão, que também pode ter contribuído para aumentar a disponibilidade de gordura para a digestão (DORS *et al.*, 2009).

Assim, como as gorduras são grandes fornecedoras de energia prontamente disponível e a sua adição nas rações traz benefícios devido ao efeito extracalórico, que consiste no aumento da disponibilidade dos nutrientes de outros ingredientes da ração (FREITAS *et al.*, 2006), a maior presença de gordura contribuiu para aumentar a energia metabolizável das rações à medida que se adicionou o FIAP.

Os resultados médios de desempenho das codornas alimentadas com os diferentes níveis de inclusão do FIAP nas rações são apresentados na Tabela 7. Conforme a análise de regressão, a inclusão deste alimento em níveis acima de 5% promoveu uma redução linear no consumo de ração na fase inicial ($Y = 260,18 - 1,35X$; $R^2 = 0,79$) e no período total ($Y = 1051,33 - 7,83X$; $R^2 = 0,92$), bem como para o ganho de peso na fase inicial ($Y = 109,25 - 0,41X$; $R^2 = 0,80$) e no período total ($Y = 235,47 - 0,76X$; $R^2 = 0,77$). Entretanto, a conversão alimentar não variou significativamente entre os níveis testados para ambos os períodos estudados.

Comparando os resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão do FIAP em relação ao controle (Dunnet, 5%), observou-se que não houve diferenças significativas para todos os parâmetros avaliados na fase inicial de 7 à 21 dias de idade e no período total de criação, dos 7 à 49 dias de idade.

Tabela 7 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado

| Níveis de inclusão (%) | Parâmetros avaliados | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | CR ¹ (g/ave) | GP ² (g/ave) | CA ³ (g/g) |
| Fase Inicial (7 a 21 dias) | | | |
| 0 | 253,02 | 103,60 | 2,46 |
| 5 | 251,63 | 105,58 | 2,39 |
| 10 | 249,29 | 107,81 | 2,31 |
| 15 | 235,54 | 102,48 | 2,30 |
| 20 | 241,65 | 101,08 | 2,40 |
| 25 | 221,77 | 98,76 | 2,25 |
| Média | 242,15 | 103,22 | 2,35 |
| Efeito – ANOVA ⁴ | | <i>p</i> -valor | |
| Nível | 0,13 | 0,16 | 0,69 |
| Análise de Regressão | | <i>p</i> -valor | |
| Linear | 0,02 | 0,002 | 0,48 |
| Quadrática | 0,65 | 0,47 | 0,95 |
| CV ⁵ (%) | 8,85 | 5,81 | 5,25 |
| Período Total (7 a 49 dias) | | | |
| 0 | 976,58 | 229,81 | 4,25 |
| 5 | 1024,68 | 231,51 | 4,44 |
| 10 | 948,61 | 231,55 | 4,10 |
| 15 | 951,62 | 219,07 | 4,35 |
| 20 | 882,36 | 219,59 | 4,03 |
| 25 | 862,02 | 218,41 | 3,96 |
| Média | 940,98 | 224,99 | 4,19 |
| Efeito – ANOVA ⁴ | | <i>p</i> -valor | |
| Nível | 0,02 | 0,03 | 0,27 |
| Análise de Regressão | | <i>p</i> -valor | |
| Linear | 0,001 | 0,007 | 0,07 |
| Quadrática | 0,77 | 0,50 | 0,96 |
| CV ⁵ (%) | 8,56 | 4,25 | 9,64 |

¹CR = Consumo de Ração; ²GP = Ganho de peso; ³CA = Conversão alimentar; ⁴ANOVA = Análise de variância; ⁵CV = Coeficiente de variação; Efeito não significativo a 5% de probabilidade (P>0,05); Efeito estatístico significativo (P<0,05)

Segundo Leeson e Summers (2001), o consumo voluntário de ração pelas aves é regulado, dentro de certos limites, pela ingestão de energia. Portanto, como as rações experimentais não foram isoenergéticas como era esperado, logo, a ingestão de alimento pelas codornas de corte sofreu redução linear, na tentativa de regular a ingestão de energia.

Considerando que o ganho de peso é resultante da ingestão e aproveitamento de nutrientes pelas aves, a redução no ganho de peso pode ser associada à menor ingestão de alimento à medida que se aumentou o nível de FIAP na ração. Dessa forma, como o ganho de peso foi proporcional à ingestão de alimento, os valores de conversão alimentar não diferiram significativamente.

Conforme os relatos da literatura (GALLINGER *et al.*, 2004; PIYARATNE *et al.*, 2009), o aumento da fração fibrosa e outros fatores antinutricionais presentes no farelo de arroz podem imprimir uma redução no aproveitamento dos nutrientes da ração, prejudicando assim o desempenho dos animais. Contudo, os resultados obtidos na presente pesquisa demonstraram que a conversão alimentar não foi influenciada pelo aumento da inclusão de FIAP na dieta. Logo, os problemas no ganho de peso das aves estão diretamente relacionados ao menor consumo de ração.

Redução no consumo e ganho de peso das aves também foram verificadas com a elevação do nível de farelo de arroz na alimentação de frangos de corte (BONATO *et al.*, 2004; GALLINGER *et al.*, 2004; PIYARATNE *et al.*, 2009).

Para as características de carcaça (Tabela 8), nenhum efeito significativo foi observado ($P > 0,05$) sobre o rendimento da carcaça, peito e coxa+sobrecoxa.

Tabela 8 - Características de carcaça de codornas de corte alimentadas com rações contendo níveis crescentes de farelo integral de arroz parboilizado

| Níveis de inclusão (%) | Parâmetros avaliados | | |
|-----------------------------|----------------------|-----------|----------------------|
| | Carcaça (%) | Peito (%) | Coxa + Sobrecoxa (%) |
| 0 | 78,93 | 34,37 | 20,14 |
| 5 | 78,27 | 33,56 | 19,50 |
| 10 | 77,43 | 32,72 | 18,46 |
| 15 | 77,95 | 32,58 | 18,95 |
| 20 | 77,40 | 33,14 | 19,26 |
| 25 | 77,76 | 32,18 | 19,05 |
| Média | 77,96 | 33,09 | 19,23 |
| Efeito - ANOVA ¹ | <i>p</i> -valor | | |
| Nível | 0,77 | 0,20 | 0,20 |
| Análise de Regressão | <i>p</i> -valor | | |
| Linear | 0,68 | 0,21 | 0,93 |
| Quadrática | 0,66 | 0,83 | 0,32 |
| CV ² (%) | 3,59 | 6,73 | 8,37 |

¹ANOVA = Análise de variância; ²CV = Coeficiente de variação; Efeito não significativo a 5% de probabilidade ($P > 0,05$).

Segundo Freitas *et al.* (2006), se o valor nutricional do alimento foi bem avaliado, é pouco provável que as características da carcaça sejam influenciados pela inclusão desse

alimento em rações isonutrientes. Por outro lado, se o valor de energia metabolizável de um alimento for subestimado, como o ocorrido neste experimento, a sua inclusão na ração pode ocasionar mudanças na relação energia: proteína da ração e, assim, proporcionar modificações no rendimento de carcaça e até mesmo nos cortes da carcaça.

Nesse contexto, pode-se inferir que se houve alterações da relação energia:proteína devido ao aumento da energia metabolizável das rações contendo FIAP, essas não foram suficiente para modificar as características da carcaça das codornas. Certamente, o controle da ingestão de energia com a redução no consumo contribuiu para a ausência de modificações nas características da carcaça.

A ausência de efeito estatístico significativo da inclusão do farelo de arroz integral sobre o rendimento de carcaça, também foram relatados para frangos de corte por Bonato *et al.* (2004), Piyaratne *et al.* (2009) e Oladunjoye e Ojebiyi (2010) em níveis de 30%, 40% e 20%, respectivamente. Entretanto, Bonato *et al.* (2004) observaram menor rendimento de peito para as aves alimentadas com 30% farelo de arroz, sem que houvesse influência deste nível sobre o rendimento de coxa e gordura abdominal.

Para os parâmetros de qualidade óssea avaliados ao final do experimento (Tabela 9), observou-se que não houve efeito significativo da adição de FIAP sobre o comprimento, peso, diâmetro, índice de Seedor, resistência à quebra, deformidade e teor de cinzas na tíbia.

Tabela 9 - Parâmetros da qualidade óssea de codornas de corte alimentadas com rações contendo níveis crescente de farelo integral de arroz parboilizado

| Níveis de inclusão (%) | Parâmetros avaliados | | | | | | |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|--------------------------|-------------------------|
| | PT ¹ (g) | CT ² (mm) | DT ³ (mm) | IST ⁴ (mg/mm) | RT ⁵ (kgf/cm ²) | DfT ⁶ (mm) | CZT ⁷ (%) |
| 0 | 1,03 | 57,12 | 3,26 | 18,01 | 3,30 | 0,23 | 44,74 |
| 5 | 0,95 | 56,96 | 3,24 | 16,71 | 3,51 | 0,22 | 43,66 |
| 10 | 1,04 | 58,43 | 3,18 | 17,82 | 3,44 | 0,23 | 44,22 |
| 15 | 0,96 | 57,62 | 3,23 | 16,72 | 2,68 | 0,20 | 43,86 |
| 20 | 0,96 | 57,44 | 3,16 | 16,71 | 3,11 | 0,24 | 44,88 |
| 25 | 0,99 | 57,54 | 3,25 | 17,11 | 3,05 | 0,25 | 44,98 |
| Média | 0,99 | 57,52 | 3,22 | 17,18 | 3,18 | 0,23 | 44,39 |
| Efeitos – ANOVA ⁸ | <i>p</i> -valor | | | | | | |
| Nível | 0,31 | 0,27 | 0,83 | 0,35 | 0,07 | 0,14 | 0,78 |
| Análise de Regressão | <i>p</i> -valor | | | | | | |
| Linear | 0,87 | 0,92 | 0,95 | 0,87 | 0,06 | 0,07 | 0,22 |
| Quadrática | 0,70 | 0,23 | 0,38 | 0,88 | 0,12 | 0,22 | 0,89 |
| CV ⁹ (%) | 12,06 | 2,69 | 6,88 | 11,18 | 22,64 | 20,28 | 6,20 |

¹PT – Peso da tíbia; ²CT – Comprimento da tíbia; ³DT – Diâmetro da tíbia; ⁴IST – Índice de Seedor da tíbia; ⁵RT – Resistência da tíbia; ⁶DfT – Deformidade da tíbia; ⁷CZT – Cinzas da tíbia (expresso na matéria seca); ⁸ANOVA = Análise de variância; ⁹CV = Coeficiente de variação; Efeito não significativo a 5% de probabilidade (P>o,05).

Considerando que os polissacarídeos não amiláceos (PNA) presentes em alimentos fibrosos, os fitatos e outros fatores antinutricionais, estão intrinsecamente relacionados à má absorção mineral no intestino delgado (CAMIRUAGA *et al.*, 2001) e que o menor aproveitamento mineral, principalmente de cálcio e fósforo, pode ocasionar problemas no crescimento e na qualidade do tecido ósseo das aves (RATH *et al.*, 2000), criou-se a expectativa de que o aumento dos níveis de FIAP nas rações poderia influenciar no crescimento ou qualidade óssea das codornas. Soma-se a isso, o fato de que, embora as rações tenham sido formuladas para serem isocálcicas e isofosfórica, como houve redução no consumo de ração com a adição de FIAP da ração poderia ter ocorrido variação na ingestão de minerais, principalmente, cálcio e fósforo.

Entretanto, os resultados obtidos na presente pesquisa evidenciam que esses possíveis efeitos não se traduziram em problemas no crescimento e na qualidade dos ossos das codornas de corte, sendo possível a utilização a inclusão do FIAP na ração até o nível de 25%.

Os resultados da análise da viabilidade econômica da inclusão do FIAP nas rações para as codornas de corte, nas diferentes fases de criação, são apresentados na Tabela 10.

Na análise de regressão, excluindo-se o tratamento controle, verificou-se que a inclusão do FIAP nas rações em níveis acima de 5% promoveu uma redução linear no custo da ração por quilograma de ganho de peso vivo ($Y = 4,27 - 0,03X$; $R^2 = 0,74$), melhora linear no índice de eficiência econômica ($Y = 85,82 + 0,56X$; $R^2 = 0,67$) e redução linear no índice de custo ($Y = 118,5 - 0,73X$; $R^2 = 0,74$), apenas no período total de 7 a 49 dias de idade.

Na comparação das médias pelo teste de Dunnett, observou-se que, para todos os parâmetros de viabilidade econômica avaliados nas diferentes fases de criação, os resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão do FIAP não apresentaram diferenças significativas em relação ao obtidos para as aves do grupo controle.

Esses resultados indicam a viabilidade econômica da inclusão de até 25% do FIAP na ração das codornas e corroboram com os relatos da literatura de que é possível reduzir os custos da alimentação com a inclusão deste farelo na alimentação de aves (GALLINGER *et al.*, 2004; PIYARATNE *et al.*, 2009; OLADUNJOYE; OJEBIYI, 2010).

Outro aspecto a ser considerado com relação à viabilidade econômica da utilização do farelo integral de arroz parboilizado é que, na presente pesquisa, o custo do kg do FIAP foi de aproximadamente 57,14% do custo do kg do milho e essa diferença viabilizou o incremento da proporção de óleo na ração a fim de torná-las isoenergéticas. Por outro lado, se considerarmos a possibilidade de ter havido subestimação no valor de energia

metabolizável do FIAP, isso implicaria em menor inclusão de óleo na ração e, conseqüentemente, redução nos custos do kg de ração, dando margem para a viabilidade de inclusão do FIAP mesmo que este apresentasse custo mais elevado.

Tabela 10 - Avaliação econômica da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado nas rações de codornas do tipo corte

| Níveis de inclusão (%) | Parâmetros avaliados | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
| | CR ¹ (R\$/Kg de ganho) | IEE ² (%) | IC ³ (%) |
| Fase Inicial (7 a 21 dias) | | | |
| 0 | 2,34 | 88 | 114 |
| 5 | 2,26 | 92 | 112 |
| 10 | 2,17 | 96 | 117 |
| 15 | 2,09 | 99 | 113 |
| 20 | 2,20 | 94 | 119 |
| 25 | 2,05 | 100 | 100 |
| Efeito – ANOVA ⁴ | | <i>p</i> -valor | |
| Nível | 0,27 | 0,23 | 0,85 |
| Análise de Regressão | | <i>p</i> -valor | |
| Linear | 0,16 | 0,14 | 0,97 |
| Quadrática | 0,79 | 0,85 | 0,38 |
| CV ⁵ (%) | 10,42 | 9,49 | 10,29 |
| Período Total (7 a 49 dias) | | | |
| 0 | 4,05 | 89 | 112 |
| 5 | 4,19 | 88 | 117 |
| 10 | 3,84 | 95 | 106 |
| 15 | 4,04 | 90 | 112 |
| 20 | 3,70 | 98 | 103 |
| 25 | 3,60 | 100 | 100 |
| Efeito – ANOVA ⁴ | | <i>p</i> -valor | |
| Nível | 0,09 | 0,08 | 0,08 |
| Análise de regressão | | <i>p</i> -valor | |
| Linear | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| Quadrática | 0,97 | 0,81 | 1,00 |
| CV ⁵ (%) | 9,73 | 9,21 | 9,69 |

¹CR = Custo da ração; ²IEE = Índice de eficiência econômica; ³IC = Índice de custo; ⁴ANOVA = Análise de variância; ⁵CV = Coeficiente de variação; Efeito estatístico não significativo (P>0,05); Efeito estatístico significativo (P<0,05).

Considerando todos os resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se afirmar que é possível incluir até 25% do FIAP na ração das codornas de corte, pois embora tenha ocorrido redução no consumo e no ganho de peso quando se aumentou a inclusão de FIAP na ração acima de 5%, observou-se que os resultados de desempenho, características de carcaça, parâmetros de crescimento e qualidade dos ossos e avaliação econômica obtidos para as aves alimentadas com os diferentes níveis de inclusão do FIAP foram semelhantes ao do grupo controle.

A possibilidade de incluir até 25% do FIAP na ração das codornas está acima dos 10% recomendados por Schoulten *et al.* (2003), Gallinger *et al.* (2004) e Oladunjoye e Ojebiyi (2010), bem como dos 20% sugeridos por Bonato *et al.* (2004) e Piyaratne *et al.* (2009) para frangos de corte.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o farelo de arroz integral parboilizado pode ser utilizado na alimentação de codornas de corte no período de 7 a 49 dias de idade em níveis de até 25%, além de ser economicamente viável.

REFERÊNCIAS

- BELLAVER, C. *et al.* Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.
- BONATO, E. L. *et al.* Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 511-516, 2004.
- BRUNO, L. G. D. **Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente**. 2002. 72 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2002.
- CAMIRUAGA, M. *et al.* Productive response of broiler chickens to exogenous enzyme combinations added to diets based on corn or triticale. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 28, n. 1, p. 23-26, 2001.
- DORS, G. C; PINTO, R. H; FURLONG, E. B. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 219-224, 2009.
- FIALHO, E. T. *et al.* Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 10, p. 1467-1475, 1992.
- FREITAS, E. R. *et al.* Farelo da castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1001-1006, 2006.
- GALLINGER, C. I.; SUÁREZ, D. M.; IRAZUSTA, A. Effects of rice bran inclusion on performance and bone mineralization in broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, n. 2, p. 183-190, 2004.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4th ed. Guelph (Canada): University Books, 2001. 591 p.
- MATTERSON, L. D. *et al.* **The metabolizable energy of feeds ingredient for chickens**. Storrs: The University of Connecticut-Agricultural Experiment Station, 1965. 11 p. (Research Report, 7)
- MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Produção de Codornas Japonesas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 76 p.
- MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002, p.113-120.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences: 1994. 155 p.
- OLADUNJOYE, I. O.; OJEBIYI, O. O. Performance characteristics of broiler chicken (*Gallus gallus*) fed rice (*Oriza sativa*) bran with or without Roxazyme G2G.

International Journal of Animal and Veterinary Advances, v. 2, n. 4, p. 135-140, 2010.

PIYARATNE, M. K. D. K. *et al.* Effects of balancing rice bran based diets for up to four amino acids on growth performance of broilers. **Tropical Agricultural Research and Extension**, v. 12, n. 2, p. 57-61, 2009.

RATH, N. C. *et al.* Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1024-1032, 2000.

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

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

SAS Institute. **SAS Users guide: Statistics**. Version 8. Carry, NC, 2000.

SCHOULTEN, N. A. *et al.* Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

SEEDOR, J. G. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Bone and Mineral Research**, v. 4, p. 265-270, 1995.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in feed ingredients together with finding wich demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 42, p. 313-325, 1963.

SILVA, F. A. M.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235 p.