



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



CASCA DE SURURU NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

JULIANE GARLET VIAPIANA

**RIO LARGO – AL
2015**

JULIANE GARLET VIAPIANA

CASCA DE SURURU NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Roberto Quintão
Lana

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Sandra Roseli
Valerio Lana

Rio Largo – AL
Fevereiro, 2015

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade

V617c Viapiana, Juliane Garlet.
Casca de Sururu na alimentação de codornas de corte / Juliane Garlet Viapiana. – 2015.
51 f. : il., tabs.

Orientador: Geraldo Roberto Quintão Lana.
Coorientadora: Sandra Roseli Valerio Lana.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Rio Largo, 2015.

Bibliografia: f. 45-51.

1. Casca de sururu – Subproduto. 2. Mineral renovável. 3. Ração animal. 4. Coturnicultura – Nutrição animal. 4. Codornas de corte – Alimentação. I. Título.

CDU:636.087

TERMO DE APROVAÇÃO

JULIANE GARLET VIAPIANA

CASCA DE SURURU NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

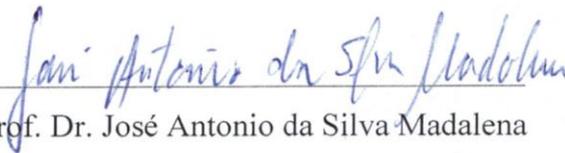
Aprovado em 20/02/2015



Prof. Dr. Geraldo Roberto Quintão Lana
Orientador (CECA-UFAL)



Prof.ª Dr.ª Sandra Roseli Valerio Lana
Membro (CECA-UFAL)



Prof. Dr. José Antonio da Silva Madalena
Membro (IFAL-SATUBA)

Rio Largo – AL

2015

DEDICO

Ao meu pai José Viapiana Neto e à minha mãe Neiva Salete Garlet Viapiana, pelo incentivo, pela dedicação, pelo amor incondicional!

AGRADECIMENTOS

A Deus, obrigada pela vida, por guiar meus passos e me proteger.

Aos meus pais José Viapiana Neto e Neiva Salete Garlet Viapiana, a minha irmã Sabrina Garlet Viapiana e ao meu companheiro André de Souza Lima pela paciência, amor, compreensão nos momentos de ausência e por me incentivarem a superar as dificuldades durante o período de dedicação ao mestrado.

Aos familiares pelo apoio aos estudos, sempre me incentivaram a seguir em frente nos momentos difíceis para assim conseguir alcançar meus objetivos.

À Universidade Federal de Alagoas e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo recurso financeiro recebido durante a realização do curso de mestrado.

Aos professores orientadores Geraldo Roberto Quintão Lana e Sandra Roseli Valerio Lana, obrigada pela oportunidade de trabalharmos juntos, pela receptividade, pela confiança, pelos ensinamentos, e juntamente com o professor José Antonio da Silva Madalena pela grandiosa contribuição intelectual nessa etapa da minha vida acadêmica.

Ao Sr. Josias de Oliveira Ferreira por financiar o experimento, pela oportunidade da pesquisa e pelas palavras de incentivo.

Ao Prof. Dr. Wayne Santos de Assis, coordenador do Laboratório de Estruturas e Materiais (LEMA) do Núcleo de Pesquisas Tecnológicas da Universidade Federal de Alagoas pelo auxílio na realização das análises ósseas.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Zootecnia pelos ensinamentos e aos funcionários da secretaria pelo apoio.

À equipe que não mediu esforços para ajudar no período experimental: Lays Barros, Jussiede Santos, Pedro Miranda, Andressa de Moura, Wendylane Neves, Diego Alves, Elisama Torres, Fernanda Parizio, Flávio Baracho, Thamires Ferreira, Pedro Delfim, Aline da Silva, Ana Patrícia Leão e Romilton Ferreira, obrigada pela colaboração na execução desse projeto.

Aos colegas de mestrado pela receptividade e pelos bons momentos desde minha chegada ao CECA, pelos ensinamentos através da troca de experiências e pela boa convivência.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	8
CONSIDERAÇÕES GERAIS	8
INTRODUÇÃO	8
COTURNICULTURA.....	9
CÁLCIO NA NUTRIÇÃO DAS AVES	11
REFERÊNCIAS	20
CAPÍTULO 2	27
CASCA DE SURURU NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE	27
RESUMO.....	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS	53

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

O Brasil é destaque mundial na produção e exportação de aves, sendo o terceiro maior produtor de frangos de corte, ficando atrás dos Estados Unidos e da China, e o maior exportador de carne de frango, seguido dos Estados Unidos e União Europeia, (UBABEF, 2014). O sucesso se deve a alta tecnificação da produção, ao melhoramento genético, à nutrição precisa e ao manejo correto empregado na criação das aves.

Devido ao potencial genético das aves, é necessário formular as rações de acordo com a exigência nutricional para cada fase de produção, para que consigam expressar o máximo desempenho ao final do ciclo produtivo. Portanto, é preconizada a utilização de ingredientes de alto valor nutritivo e biodisponíveis na formulação das dietas a fim de promover o aproveitamento dos nutrientes de forma eficiente pelos animais.

Com a crescente demanda por alimentos tanto para consumo humano quanto animal, surgem inúmeras pesquisas com o interesse de avaliar alimentos alternativos para compor as rações animais, geralmente testando resíduos ou subprodutos do beneficiamento de alimentos. A utilização de alimentos alternativos comumente promove redução no custo das rações, e o maior beneficiado é o meio ambiente com a redução de material orgânico lançado na natureza, muitas vezes de maneira inadequada aumentando a poluição ambiental.

Ao estudarmos a utilização de subprodutos na alimentação animal é necessário conhecermos não somente as propriedades nutricionais do ingrediente, mas também a interação dele com os demais nutrientes da dieta, avaliar se de fato consegue suprir as necessidades fisiológicas dos animais para aquele nutriente.

O cálcio é um mineral indispensável na formulação de rações para não ruminantes, de maneira que a falta do nutriente acarreta severas perdas produtivas, pois é o mineral responsável pela formação óssea junto com o fósforo, e desempenha papel fundamental no controle das funções celulares dos tecidos nervoso e muscular, possui ainda atividades hormonais e de coagulação sanguínea.

A fonte de cálcio tradicionalmente utilizada em rações para não ruminantes é proveniente de rocha, o calcário calcítico, mas com o objetivo de reaproveitar nutrientes já foram estudados alguns compostos alternativos, como conchas de ostras, algas marinhas e casca de ovos. E com a mesma finalidade surge a casca do sururu como possível fonte de cálcio para rações animais.

Após a retirada do molusco, as cascas do sururu são lançadas na natureza, sem nenhuma preocupação com a degradação ambiental causada pela decomposição do material no solo. Análises laboratoriais confirmam a alta concentração de cálcio nas cascas, valores próximos aos encontrados no calcário calcítico, porém estudos são necessários para comprovar a possível substituição da fonte mineral tradicional pela alternativa, sem que haja comprometimento no desempenho produtivo dos animais.

Devido à importância de suprir as necessidades de cálcio das aves e diminuir o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado das cascas de sururu, propomo-nos a investigar o composto casca de sururu em substituição ao calcário calcítico na ração, sobre as características de desempenho produtivo e qualidade óssea de codornas de corte.

COTURNICULTURA

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à família dos Fasianídeos (Phasianidae), da subfamília Perdicionidae e do gênero *Coturnix*, pertencendo a mesma família das galinhas e perdizes (SOUZA-SOARES e SIEWERDT, 2005).

Em 1910 os japoneses iniciaram estudos e cruzamentos entre as codornas provindas da Europa e espécies selvagens, resultando em um tipo domesticado, que nomearam de *Coturnix coturnix japônica*, e a partir de então, iniciou-se a sua exploração, visando à produção de carne e ovos (REIS, 1980).

Na primeira década do Século XX os japoneses conseguiram promover sua criação de forma racional, com vistas à exploração comercial, e graças à sua alta fertilidade, abundante postura de ovos, exigência de pouco espaço para confinamento, e a facilidade de transporte, a codorna tornou-se uma das principais fontes de alimentação para os vietnamitas durante a guerra contra os Estados Unidos (ALBINO, 2003).

As codornas foram trazidas ao Brasil na década de 50 por imigrantes europeus e asiáticos (SILVA e COSTA, 2009) mas somente na década de 60 iniciou-se a produção comercial de ovos devido ao aumento na procura do produto, por incentivo de uma canção popular brasileira que relacionava o consumo de ovos de codorna com o aumento da libido (PASTORE et al., 2012), e mais tarde teve início a produção da carne de codorna, devido ao sabor agradável de ambos os produtos (SOUZA-SOARES e SIEWERDT, 2005).

No Brasil são criadas duas linhagens de codornas, sendo a linhagem *Coturnix coturnix japônica* de origem asiática para produção de ovos e a *Coturnix coturnix*, de origem europeia, utilizada tanto para a produção de ovos como para carne (BERTECHINI 2010).

A coturnicultura tem merecido destaque em razão dos altos índices produtivos alcançados e vem ganhando cada vez mais importância no cenário nacional (DRUMOND et al., 2014). Nos últimos anos os produtores de ovos de codornas adequaram-se as novas tecnologias de produção, e de atividade de subsistência passou a ocupar um cenário de produção altamente tecnicizada com resultados promissores aos investidores (PASTORE et al., 2012).

Um dos principais fatores que contribuem para o crescimento da produção de codornas, tanto para produção de ovos como para corte, é o baixo investimento para implantar uma pequena criação, por ocupar pouco espaço na propriedade, as aves apresentam alta resistência às enfermidades, possuem curto intervalo de geração e maturidade sexual precoce, e baixo consumo de ração e produção de dejetos, quando comparado à produção das demais aves, além da possibilidade de gerar renda complementar dos pequenos produtores rurais (ALBINO, 2003; MORI et al., 2005).

A qualidade da carne de codorna é reconhecida pelo excepcional sabor exótico, pela coloração escura, por ser macia e saborosa, em consequência do alto teor proteico e pouca gordura (CORRÊA et al., 2005), e pela maioria dos aminoácidos encontrados serem superiores aos da carne de frango (MORAES e ARIKI 2009).

A criação comercial de codornas no país iniciou em 1989, quando uma empresa avícola brasileira resolveu implantar o primeiro criatório no Sul do Brasil (SILVA, et al., 2011), entretanto, a exploração da espécie como ave produtora de

carne ainda não está consolidada. A criação é predominantemente voltada para produção de ovos, pois há falta de material genético adequado, além de dados sobre o desempenho e exigências nutricionais de codornas de corte, bem como os da qualidade da carne (PINHEIRO et al, 2015).

Em 2013 o número de codornas abatidas foi expressivo, 5.560.683 (UBABEF, 2014), porém, a carne de codorna na maioria das regiões brasileiras é considerada exótica, sua aceitação é boa, mas a oferta no mercado é reduzida devido à baixa produção nacional e conseqüente preço elevado (MARINHO et al., 2010), sendo geralmente utilizadas para esse propósito as fêmeas de postura ao término de sua vida produtiva.

No entanto, existem centros de pesquisa públicos com trabalhos de melhoramento genético para aperfeiçoar a eficiência produtiva das aves específicas para corte. A produtividade e a qualidade da carne têm melhorado significativamente, o que se associa ao crescente aumento na demanda mundial por esse produto pelos consumidores mais exigentes (ABREU et al., 2014).

Com maiores investimentos em pesquisas e incentivo ao consumo de carne de qualidade, a produção de codornas de corte tende a se tornar um investimento altamente rentável, além de uma importante fonte de proteína para consumo humano.

CÁLCIO NA NUTRIÇÃO DAS AVES

Os minerais são considerados elementos essenciais para uma boa nutrição animal, estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, com funções importantes na reprodução, no crescimento, no metabolismo energético entre outras tantas funções fisiológicas vitais não só para manutenção da vida, como também para o aumento da produtividade do animal (COSTA et al., 2010; VIEIRA et al., 2009).

As rações para não ruminantes são formuladas a base de ingredientes vegetais os quais não suprem as necessidades minerais dos animais, sendo necessário suplementar as rações para garantir que a exigência dos nutrientes seja provida. Se a suplementação mineral for inadequada durante a fase de crescimento implicará no desequilíbrio na homeostase mineral e desenvolvimento inapropriado

dos ossos das aves (SMITH & KABAJA, 1984), resultando na calcificação anormal e fragilidade óssea à ruptura. Por outro lado, o cálcio em excesso pode agir como antagonista dificultando a absorção de alguns minerais como ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio, potássio, entre outros (MUNIZ et al., 2007; SMITH & KABAJA, 1984; WALDROUP, 1996).

Dentre os minerais, destacam-se o cálcio (Ca) e o fósforo (P), por serem os minerais mais abundantes no corpo, com 99% de cálcio e 80% de fósforo armazenados no esqueleto na forma de hidroxiapatita (VEUM, 2010). No sangue 45% do cálcio está presente na forma ionizada, 45% ligado às proteínas e 10% na forma complexada como ânions (RENKEMA et al., 2008).

O cálcio é responsável por diversas funções orgânicas, como a formação e manutenção dos ossos, a formação da casca do ovo, a transmissão de impulsos nervosos, a coagulação sanguínea, a excitação muscular e cardíaca, a integridade da membrana celular, ativador de sistemas enzimáticos, coadjuvante na secreção de alguns hormônios (ARAÚJO et al., 2008; MACARI et al., 2002). Mas a principal função do cálcio junto com o fósforo é a mineralização da matriz óssea (PINHEIRO, 2009), tendo em vista que o esqueleto ósseo funciona como um reservatório para o cálcio e o fósforo, onde é encontrado a maior quantidade desses minerais no organismo (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004).

Para desempenhar suas funções metabólicas, o cálcio precisa estar associado com o fósforo e a vitamina D, agem combinados entre si, de modo que a carência de um deles na dieta limita o valor nutritivo de ambos e o desempenho das aves (KEBREAB e VITTI, 2005; MACARI et al., 2002; NUNES et al., 2006). A nutrição adequada desses elementos depende de três fatores inter-relacionados: a ingestão suficiente de cada um deles, a presença racional entre ambos (relação Ca:P) e a presença de vitamina D (MAYNARD et al., 1974).

A absorção intestinal de cálcio ocorre por dois mecanismos distintos, um processo de transporte ativo (saturável) e um processo de difusão passiva (não saturável) (WASSERMAN, 2004). A absorção ativa de cálcio ocorre no duodeno das aves, através do transporte transcelular saturável, com 3 componentes principais participantes em série no processo de absorção de cálcio: os canais de cálcio epiteliais que aumentam a transferência de cálcio luminal para o enterócito; a calbindina que se liga ao cálcio pela alta afinidade e pode aumentar a taxa global

de difusão de cálcio pelo citoplasma; e a bomba ativada por ATP na membrana basolateral (BRONNER, et al., 1986; CARAFOLI, 1991). A vitamina D estimula a síntese dos canais de cálcio epiteliais e as bombas de cálcio da membrana do plasma, e induz a formação da calbindina (WOOD et al., 2001; ZELINSKI et al., 1991; WASSERMAN, et al., 1992; CHRISTAKOS et al., 1989).

O cálcio absorvido pelo modo de difusão atravessa a membrana celular intestinal através do espaço intercelular; a absorção passiva de cálcio ocorre ao longo do intestino delgado, e o transporte ativo principalmente no duodeno (WASSERMAN, 2004).

As concentrações plasmáticas de cálcio e fósforo são controladas dentro de uma estreita faixa fisiológica, através de mecanismos envolvendo o hormônio da paratireoide (PTH), a vitamina D₃ ativa e a calcitonina (CT), bem como seus respectivos receptores localizados no intestino delgado, ossos e rins (VEUN, 2010).

O papel fundamental da vitamina D₃ em vertebrados é controlar a homeostase do cálcio e do fósforo, as ações diretas do hormônio no intestino, rins e ossos inibem por retroalimentação a produção de PTH nas glândulas da paratireoide (PIKE, 2007). A ativação da vitamina D depende das concentrações plasmáticas de Ca, se a concentração de cálcio for baixa a vitamina D é sintetizada à forma ativa (D₃), se a quantidade de cálcio for adequada a vitamina sofre hidroxilação no rim para a forma inativa (D₂). A vitamina D₃ também controla sua própria produção através da inibição da enzima 1 α -hidroxilase renal (regulada pelo PTH e pela calcitonina) e estimulando a 24-hidroxilase (JONES et al., 1998; DUSSO et al., 2005; BRENZA et al., 1998; ZHONG et al., 2009). A vitamina D atua como um fator de transcrição, induzindo a expressão de transportadores de Ca, e a falta de vitamina D reduz a capacidade do organismo em manter a concentração de cálcio normal no plasma (WEGLARZ e ANGEL, 2013).

O hormônio da paratireoide é sintetizado nas células principais das glândulas paratireoides, sua principal função é aumentar a concentração de cálcio nos fluidos corporais. Em condições fisiológicas o PTH é liberado em resposta a baixa concentração de cálcio para ativar a vitamina D₃, que por sua vez, aumenta a absorção intestinal de cálcio e a reabsorção nos tubos renais (FORSTER et al., 2006). As células principais da paratireoide reconhecem a alta concentração de cálcio através do receptor de detecção de cálcio (CaR), e a ativação do CaR na

glândula paratireoide estimula a liberação de cálcio intracelular e inibe o PTH (JUPPNER et al., 2006).

A calcitonina é um peptídeo segregado na glândula da tiroide em resposta a concentração plasmática elevada de cálcio, e a sua expressão é regulada pela vitamina D₃. A calcitonina é responsável por baixar a concentração plasmática de cálcio pela inibição da reabsorção óssea (MATSUDA et al, 2006).

Nos ossos, a vitamina D e o PTH promovem a mobilização de cálcio para manter os níveis plasmáticos constantes (DITTMER e THOMPSON, 2011).

A quantidade de cálcio absorvida é determinada pela ingesta e pela capacidade de absorção intestinal, se a ingestão é baixa a absorção é alta, e se a ingestão de cálcio for alta a absorção é reduzida. A absorção de cálcio ocorre principalmente no intestino delgado devido ao pH adequado e maior solubilidade do mineral, a eficiência absorviva irá depender principalmente da fonte de cálcio, da relação cálcio/fósforo e vitamina D e do pH intestinal (GRÜDNER et al., 1997; MUNIZ et al., 2007; NORMAN et al., 1981).

Sendo assim, podemos inferir que o metabolismo do cálcio não depende somente da fonte mineral, mas dos fatores inerentes ao trato gastrintestinal das codornas, com grande relevância à acidez gástrica que promove a solubilização do cálcio para posterior absorção.

Tendo em vista que a qualidade das fontes de cálcio pode ser indicada pela solubilidade das mesmas, apresentam alta correlação com a biodisponibilidade, e as fontes de cálcio de origem orgânica, como farinha de ostras e algas marinhas, são fontes de maior solubilidade em relação às fontes de rochas (MELO et al., 2006).

O excesso de cálcio e fósforo no sangue dos animais é incorporado na matriz óssea ou excretado pelos rins, sendo a incorporação na matriz óssea mais vantajosa para o processo (BERTECHINI, 2012; SWENSON & REECE, 1996).

No entanto, a determinação das exigências minerais é de extrema importância, pois o desempenho do plantel irá depender do aporte nutricional das rações fornecida aos animais.

A coturnicultura de corte é uma atividade ainda pouco difundida nacionalmente, o que implica em pouco conhecimento em relação à nutrição e às exigências nutricionais de cálcio das aves, diferentemente da criação de codornas de postura (VELOSO et al., 2012). Por esse motivo tem-se utilizado as exigências

minerais preconizadas pelo NRC (1994), pelo INRA (1999) (MOURA et al., 2008), e pelo Rostagno (2011), determinadas às codornas de postura, que possuem diferenças fisiológicas em relação às codornas de corte, tornando os dados utilizados diferentes das reais necessidades das codornas de corte.

As codornas europeias apresentam crescimento mais rápido que as japonesas, e ambas têm o máximo crescimento aos 27 dias, em seguida a taxa de crescimento diminui e o ganho passa ser decrescente, com aumentos na deposição de gordura e vísceras, e as fêmeas com retenção de nutrientes no ovário-oviduto (SILVA et al., 2011).

As exigências das aves tanto de nutrientes como de minerais variam de acordo com a raça ou linhagem, função ou categoria produtiva.

Silva et al. (2009) estudaram a interação de diferentes níveis de cálcio e fósforo para codornas de corte e observaram que 0,65 e 0,61% de cálcio foi o suficiente para atender as exigências nutricionais das aves no período de 1 a 14 e de 15 a 35 dias (respectivamente), níveis inferiores aos preconizados pelo NRC (1994), de 0,80% para codornas japonesas. Porém, níveis mais altos de cálcio foram necessários para a máxima resistência óssea, com estimativa de 0,89%, constatou-se que a exigência para máxima mineralização óssea não é a mesma para o máximo crescimento (SILVA e COSTA, 2009). De 15 a 35 dias de idade Silva et al. (2009) verificaram que o aumento dos níveis de cálcio nas rações de codornas de corte promoveu aumento de forma linear no teor de cálcio nos ossos, mas a resistência óssea a quebra não foi influenciada pelos diferentes níveis de cálcio, pois a resistência não está condicionada apenas ao nível de minerais, mas também a estrutura orgânica do osso.

As propriedades mecânicas ósseas são determinadas pelas quantidades relativas dos três maiores constituintes ósseos que são os minerais (70% de Ca e P na forma de hidroxiapatita) a água e o colágeno tipo; bem como pela qualidade desses elementos e pelo modo como estão arrançados na matriz óssea (BARBOSA et al., 2010, CURREY, 2003).

Valores intermediários são recomendados por Silva e Costa (2009), de 0,75% de cálcio nas rações para codornas europeias no período de 1 a 42 dias. Rostagno (2011) preconiza a quantidade de 0,90% de cálcio na ração para codornas japonesas na fase de 1 a 35 dias de idade.

FONTES DE CÁLCIO

Os alimentos de origem vegetal constituem a base da alimentação dos animais monogástricos, e por possuírem teores de cálcio em níveis insuficientes para suprir as exigências nutricionais, há a necessidade de suplementação de cálcio na dieta (SÁ et al., 2004).

As fontes de minerais comumente utilizadas na nutrição animal para suprir a exigência de cálcio nas rações são os compostos inorgânicos, provenientes de rochas, como o calcário e o fosfato bicálcico, por serem mais abundantes na natureza e de menor custo (ARAUJO et al., 2008; Melo e Moura, 2009). Mas existe uma série de produtos quimicamente processados que podem ser utilizados, como o fosfato de rocha defluorizado, calcário dolomítico, fosfato monocálcico, fosfato tricálcico, e sulfato de cálcio.

Há também fontes de origem orgânica, como conchas, algas e casca de ovos, que apresentam maior solubilidade em relação as fontes de rochas (Melo et al., 2006). A grande vantagem das fontes orgânicas é o fato de serem fontes renováveis de cálcio, ao contrário das inorgânicas que são recursos minerais não renováveis e sua extração promove impacto ambiental. As buscas por novas alternativas que não sejam derivadas de rochas, de maior biodisponibilidade, são de extrema importância para se maximizar o desempenho animal e minimizar custos (MELO e MOURA, 2009).

Compostos renováveis surgem como potenciais fontes alternativas de cálcio para a utilização na alimentação animal, dentre eles: casca de ovos, conchas de ostras, conchas de mariscos, algas marinhas e cascas de mexilhões. A quantidade significativa de cálcio em sua composição desperta o interesse dos pesquisadores quanto ao reaproveitamento do mineral.

Carlos et al. (2011) avaliaram o uso da alga *Lithothamnium calcareum*, composta por carbonato de cálcio, em substituição ao calcário calcítico na ração de frangos de corte. Os autores não verificaram efeito significativo entre os tratamentos estudados sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves no período de 1 a 42 dias. Souza (2012) avaliou o desempenho de poedeiras comerciais com a inclusão da alga *Lithothamnium calcareum* na dieta das aves, observou que a inclusão de 1% da alga na ração melhorou os índices de postura,

matéria mineral e cálcio na casca dos ovos, espessura da casca e diminuiu a porcentagem de ovos trincados e o número de poros da casca.

Fernandes e Peixoto (2000) ao analisarem a substituição de calcário dolomítico por farinha de conchas na ração de frangos de corte de 1 a 28 dias, não observaram efeito negativo no desempenho das aves.

Reis et al. (2012) estudaram a possibilidade de substituição do calcário calcítico por casca de ovo de codorna (secas ao ar e trituradas) na dieta de codornas japonesas, no período de 40 a 52 semanas de idade. Testaram rações com diferentes substituições, 100% de calcário, 50% de calcário + 50% de farinha de casca de ovo e 100% de farinha de casca de ovo. Verificaram que a substituição de até 100% de calcário calcítico pela farinha de casca de ovo não afetou negativamente as variáveis consumo de ração e a conversão alimentar das codornas japonesas.

Uma possível fonte alternativa de cálcio é a casca do sururu, proveniente de um molusco bivalve (*Mytella falcata*, d'Orbigny, 1842), de espécie eurihalina, ocorre na região entre marés de substratos lamosos nas partes mais rasas das lagoas costeiras, onde atingem altas densidades. Caracterizado por uma concha em forma de cunha lisa de cor preta azulada brilhante e que pode atingir 50 mm de comprimento, é uma espécie comercialmente importante, amplamente explorada por populações costeiras locais, representando um significativo componente alimentar (ABRAHÃO & AMARAL, 2007; MOUCHREK FILHO et al., 2003).

Os mitílídeos são, em sua maioria, bivalves epifaunais marinhos e estuarinos, responsáveis pela formação de substratos biológicos muito complexos, e a tendência é de formar amplas agregações. Estes moluscos são importantes componentes das comunidades das regiões entre marés, dominando uma extensa faixa de habitat, onde formam bancos ou manchas, desde substratos inconsolidados lamosos até costões rochosos expostos e abrigados da ação de ondas (THIEL & ULLRICH, 2002). São encontrados enterrados na lama, numa profundidade máxima de um centímetro (NISHIDA & LEONEL, 1995).

O sururu é um molusco nativo do complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (Alagoas – Brasil), muito apreciado na culinária alagoana, importante não só para a geração de renda e subsistência, mas como um símbolo da identidade cultural de Alagoas (SILVA, et al., 2013).

O processo de urbanização e a ineficiência das políticas públicas de habitação promovem a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, como as margens das lagoas. E foi nos entornos do complexo lagunar que os excluídos do processo social da capital alagoana construíram suas habitações, uma área ambientalmente vulnerável, onde aproximadamente 1.600 famílias retiram a sua principal fonte de renda que é o sururu (TENÓRIO et al., 2014).

Após a pesca o sururu é retirado de sua concha e comercializado, e a casca torna-se um resíduo. As cascas quando não retornam às lagoas, são depositadas junto aos resíduos urbanos, em terrenos baldios ou mesmo nos canteiros centrais das avenidas que costeiam as lagoas. O descarte inadequado gera amontoados de cascas que atraem insetos, podendo causar doenças infecciosas e acidentes, por conta dos líquidos percolados e sua característica cortante, bem como poluição visual e produção de odores desagradáveis (SILVA et al., 2013; TENÓRIO et al., 2014). Com o tempo ocorre a decomposição microbiana dos sais que compõem as conchas em gases tóxicos como o gás amônia (NH_3) e sulfeto de hidrogênio (H_2S) (YOON et al., 2010).

Quando as cascas são lançadas às águas das lagoas podem reduzir a profundidade do local - como há pouca circulação de água a tendência é que o resíduo fique acumulado no fundo, além de ocasionarem crescimento desordenado de algas, diminuição da biodiversidade, bem como interferir em todo o funcionamento do ciclo das lagoas (DA SILVA & SOUZA, 2008; TENÓRIO et al., 2014). Todos os problemas relatados podem ser eliminados quando dado um destino adequado ao resíduo, como o beneficiamento para reutilização.

O beneficiamento das cascas surge como fonte alternativa de carbonato de cálcio, o principal constituinte das conchas de moluscos bivalves (o descarte constitui um desperdício de matéria prima) que pode ser utilizado em setores como a construção civil e na nutrição animal.

Do total de marisco produzido, apenas 20% é consumido na forma alimentar, sendo constituído por 80% de casca, e esta é composta por 95% de carbonato de cálcio (PETCOV, 2007, SILVA et al., 2013). As cascas possuem alto percentual de matéria mineral, o que seria suficiente como indicativo do alto percentual de cálcio, já que este é o mineral mais comum na formação das cascas.

Os percentuais de cálcio são similares aos do calcário calcítico, que possui cerca de 40% de cálcio, e SILVA et al. (2013) descrevem que embora sejam necessários testes e ensaios de desempenho zootécnico, é possível inferir que as cascas do sururu podem ser utilizadas como fonte alternativa do mineral em dietas de peixes.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J.R.; AMARAL, A.C.Z. Densidade e distribuição espaço-temporal de *Mytella charruana* (bivalvia: Mytilidae) em praias arenosas. **XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - XII COLACMAR**, Florianópolis – SC, 2007.
- ABREU, L.R.A.; BOARI, C.A.; PIRES, A.V.; PINHEIRO, S.R.F.; OLIVEIRA, R.G.; OLIVEIRA, K.M.; GONÇALVES, F.M.; OLIVEIRA, F.R. Influência do sexo e idade de abate sobre rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.1, p.131-140, 2014.
- ALBINO, L.F.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 268p., 2003.
- ARAUJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; AMÂNCIO, A.L.L.; LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.3, p.53-60, 2008.
- BARBOSA, A.A.; MORAES, G.H.K.; TORRES, R.A.; REIS, D.T.C.; RODRIGUES, C.S.; MÜLLER, E.S. Avaliação da qualidade óssea mediante parâmetros morfométricos, bioquímicos e biomecânicos em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.772-778, 2010.
- BERTECHINI, A.G. Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil. In: IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura. Lavras: **Anais...** Lavras - MG, 2010.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 255p., 2012.
- BRENZA, H. L.; KIMMEL-JEHAN, C.; JEHAN, F.; SHINKI, T.; WAKINO, S.; ANAZAWA, H.; SUDA, T.; DELUCA, H. F. Parathyroid hormone activation of the 25-hydroxyvitamin D3–1alpha-hydroxylase gene promoter. **Proceedings of the National Academy of Science**, v.95, p.1387–1391, 1998.
- BRONNER, F., PANSU, D. & STEIN, W. D. An analysis of intestinal calcium transport across the rat intestine. **American Journal of Physiology**, 250:G561-G569, 1986.
- CARAFOLI, E. Calcium pump of the plasma membrane. **Physiological Reviews**, n.7, p.129-153, 1991.
- CARLOS, A.C.; SAKOMURA, N.K.; PINHEIRO, S.R.F.; TOLEDANO, F.M.M.; GIACOMETTI, R.; SILVA JÚNIOR, J.W. Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.35, n.4, p. 833-839, 2011.
- CHRISTAKOS, S., GABRIELIDES, C. & RHOTEN, W.B. Vitamin D-dependent calcium binding proteins: chemistry, distribution, functional considerations, and molecular biology. **Endocrinology Review**. n.10, p.3-26, 1989.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; FONTES, D.O.; CORRÊA, A.B.; EULER, A.C.C.; FRIDRICH, A.B.; FERREIRA, I.C. VENTURA, R.V.; RUFINO, J.E.; VALENTE, B.D. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas europeias. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.57, n.2, p.266-271, 2005.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; UMIGI, R.T.; LIMA, H.J.D.; ARAUJO, M.S.; MEDINA, P. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1748-1755, 2010.

CURREY, J.D. Role of collagen and other organics in the mechanical properties of bone. **Osteoporosis International**, v.14, n.5, p.29-36, 2003.

DA SILVA, D. F. & SOUZA, F. A. S. Proposta de manejo sustentável para o complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba (AL). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, n. 02, p. 78-94, 2008.

DITTMER, K. E.; THOMPSON, K. G. Vitamin D metabolism and rickets in domestic animals: A review. **Veterinary Pathology**. v.48, p.389–407, 2011.

DRUMOND, E.S.C.; PIRES, A.V.; BONAFÉ, C.M.; MOREIRA, J.; VELOSO, R.C.; ROCHA, G.M.F.; BALLOTIN, L.M.V.; ALCÂNTARA, D.C. Rendimento de carcaça de codornas de corte em cruzamentos dialélicos. **Ciência Rural**, v.44, n.1, p.129-134, 2014.

DUSSO, A.S.; BROWN A.J.; SLATOPOLSKY, E. Vitamin D. **American Journal of Physiology. Renal Physiology**, v.289, p.F8–F28, 2005.

FERNANDES, A.L.S.; PEIXOTO, R.R. Avaliação de calcários dolomíticos como fontes de cálcio para frangos de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2260-2267, 2000.

FORSTER, I.C.; HERNANDO, N.; BIBER, J.; MURER, H. Proximal tubular handling of phosphate: A molecular perspective. **Kidney International**. v.70, p.1548–1559. 2006.

GRÜDNER, V.S.; WEINGRILL, P.; FERNANDES, A.L. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.37, n.3, 1997.

INSTITUTO NACIONAL DE LA RECHERCHÉ AGRONOMIQUE - INRA. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2.ed. São Paulo: Roca, 245p., 1999.

JONES, G.; STRUGNELL, S.A.; DELUCA, H.F. Current understanding of the molecular actions of vitamin D. **Physiological Reviews**, v.78, p.1193–1231, 1998.

JUPPNER, H.; GARDELLA, T.J.; BROWN, E.M. Parathyroid hormone and parathyroid hormone-related peptide in the regulation of calcium homeostasis and bone development. In **Endocrinology**. DEGROOT, L.J. and JAMESON, J.L., Ed. Elsevier, p.1377–1417, 2006.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. Tecido ósseo. Histologia Básica. 10ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., cap. 8 p. 148 – 149, 2004.

KEBREAB, E., and VITTI, D.M.S.S. Mineral metabolism. In: **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism**. DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M. and FRANCE, J. Ed. CAB International, Wallingford, UK. p. 469–486, 2005.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 375p. 2002.

MARINHO, A.L.; LANA, S.R.V.; LANA, G.R.Q.; LIRA, R.C.; CAMELO, L.C.L.; VIANA JÚNIOR, P.C.; AMORIM, P.L. Efeito da inclusão do resíduo de goiaba sobre o rendimento de carcaça de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Científica de Produção Animal**, v.12, n.1, 2010.

MATSUDA, M.; YAMAMOTO, T.A.; HIRATA, M. Ca²⁺-dependent regulation of calcitonin gene expression by the transcriptional repressor DREAM. *Endocrinology*, v.147, p.4608–4617, 2006.

MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K. **Nutrição animal**. 2ª edição. Rio de Janeiro, 1974.

MELO, T.V.; MENDONÇA, P.P.; MOURA, A.M.A.; LOMNARDI, C.T.; FERREIRA, R.A.; NERY, V.L.H. Solubilidad in vitro de algunas fuentes de cálcio utilizadas em alimentacion animal. **Archivos de Zootecnia**, v.55, 2006.

MELO, T.V.; MOURA, A.M.A. Utilização da farinha de algas calcáreas na alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.1, p.99-107, 2009.

MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. Importância da nutrição na criação de codornas de qualidades nutricionais do ovo e carne de codorna. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, p.97-103, 2009.

MORI, C.; GARCIA E.A.; PAVAN, A.C.; PICCININ, A.; PIZZOLANTE, C.C. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.870-876, 2005.

MOUCHREK FILHO, V. E.; MOUCHREK FILHO, J. E.; NASCIMENTO, A. R.; VAZ, M. S. O.; MARINHO, S. C. Análise Bromatológica do Camarão, Caranguejo e Sururu (in natura), consumidos na cidade e São Luís, MA. **Higiene Alimentar**, v. 17, n. 112, p. 69-72, 2003.

MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L.; HOSODA, L.R.; PENA, G.M.; ANGELINI, M.S. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável:nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1628-1633, 2008.

MUNIZ, E.B.; ARRUDA, A.M.V.; FASSANI, E.J.; TEIXEIRA, A.S.; PEREIRA, E.S. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p.05-14, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of poultry. 9.ed. Washington: **National Academy of Sciences**, 155p, 1994.

NISHIDA, A .K e LEONEL, R.M.V. Occurrence, population dynamics and habitat characterization of *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) (Mollusca, Bivalvia) in the Paraíba do Norte river estuary. Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo, 43 (1): 41 – 49. 1995.

NORMAN D.A.; FORDTRAN, J.S.; BRINKLEY, L.J.; ZERWEKH, J.E.; NICAR, M.J.; STROWIG, S.M.; PAK, C.Y. Jejunal and ileal adaptation to alterations in dietary calcium: changes in calcium and magnesium absorption and pathogenetic role of parathyroid hormone and 1,25-dihydroxyvitamin D. **The Journal of Clinical Investigation**, v.67(6), p.1599-1603, 1981. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>>. Acesso em janeiro de 2015.

NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; SCHERER, C.; CAMPESTRINI, E.; ROCHA, L. D.; NUNES, C. G. V.; COSTA, F. G. P. Effect of feeding increasing calcium levels for semiheavy laying hens during the prelay phase and the beginning of the laying. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.35, n.5, 2006

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P.; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 180 - Volume 9 - Número 06 – p. 2041 – 2049 - Novembro/ Dezembro 2012.

PETCOV, H.F.D. Estudo de viabilidade técnica, econômica e financeira de implantação unidade de beneficiamento de mexilhão. **EPAGRI**, 2007.

PINHEIRO, S.R.F. Níveis de fósforo, de cálcio e de cloreto de sódio para aves de linhagens de crescimento lento criadas em sistema semi-confinado. **Tese (doutorado)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 104f., 2009.

PINHEIRO, S.R.F.; DUMONT, M.A.; PIRES, A.V.; BOARI, C.A.; MIRANDA, J.A.; OLIVEIRA, R.G.; FERREIRA, C.B. Rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte alimentadas com rações de diferentes níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos essenciais. **Revista Ciência Rural**, v.45, n.2, p.292-297, 2015.

PIKE, J.W.; ZELLA, L.A.; MEYER, M.B.; FRETZ, J.A.; KIM, S. Molecular actions of 1,25-dihydroxyvitamin D3 on genes involved in calcium homeostasis. *Journal of Bone and Mineral Research*, n.22 (Suppl. 2), v.16–v.19, 2007.

REIS, L.F.S.D. **Codornizes, criação e exploração**. Lisboa: Agros, 10, p.222, 1980.

REIS, S.R.; BARRETO, S.L.T.; LIMA, H.J.D.; PAULA, E.; MUNIZ, J.C.L.; MENCALHA, R.; VIANA, G.S.; BARBOSA, L.M.R. Substituição do calcário por farinha de casca de ovo na dieta de codornas japonesas no período de 40 a 52 semanas de idade. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa - MG, v.2, n.1, p. 107 – 112, Julho, 2012.

RENKEMA, K.Y.; ALEXANDER, R.T.; BINDELS, R.J.; HOENDEROP J.G. Calcium and phosphate homeostasis: Concerted interplay of new regulators. **Annals of Medicine**, v.40, p.82–91, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª edição. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. 252p. 2011.

SÁ, L.M.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F.T. *et al.* Exigências Nutricionais de Cálcio e sua Biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 157-168, 2004.

SILVA, J.H.V., COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e europeias: Tópicos Especiais, Composição de Alimento e Exigências Nutricionais**. 2ª ed., Ed. FUNEP, Jaboticabal, SP, 110p, 2009.

SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S.; MARTINS, E.N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A.E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G. P.; LACERDA, P.B.; VARGAS, D.G.V. Exigências nutricionais de codornas. In: **Anais...**, XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia, Zootec, Maceió, 2011.

SILVA, J.; LINS, J.L.F.; SILVA, V. M.; TAVARES, A. S.; ARAUJO, D.M. Conchas de sururu *Mytella charruana* como possível ingrediente em dietas de peixes. **Anais...** I encontro de inovação, tecnologia e iniciação científica do IFAL (EITIC-IFAL), Disponível em <kentron.ifal.edu.br/index.php/anais_eitic_ifal/article/download/>, Maceió - AL, 2013.

SMITH, O. B. & KABAJA, E. Effect of high dietary calcium and wide calcium/phosphorus rations in broiler diets. **Poltry Science**, v.64, p.1713-1720, 1984.

SOUZA, Y.L.S. Utilização da alga *Lithothamnium calcareum* para poedeiras de linhagens leves. **Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia**. 59f., 2012.

SOUZA-SOAREZ, L.A. E SIEWERDT, F. **Aves e Ovos: Criação de Codornas**. Ed. da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

SWENSON, M.J. & REECE W.O. **Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 856p. 1996.

TENÓRIO, H. C. L.; MOTTA, P. M. S.; GONÇALVES, L. B.; MARINHO, A. A. Reaproveitamento de conchas de mariscos e resíduos da construção civil em Alagoas. **Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas**. v.1, n.1, p. 61-71, 2014.

THIEL, M.; ULLRICH, N. Hard rock versus soft bottom: the fauna associated with intertidal mussel beds on hard bottoms along the coast of Chile, and considerations on the functional role of mussel beds. **Helgoland Marine Research**, v.56, p.21-30. 2002.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. The mineral nutrition of livestock. 3.ed. Wallingford: Cabi Publishing, 614 p. 1999.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. Relatório Anual, 2014. Disponível em <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/>>. Acesso em janeiro/2015.

VEUM, T.L. Phosphorus and calcium nutrition and metabolism. In: **Phosphorus and Calcium Utilization and Requirements in Farm Animals**. VITTI, D.M.S.S. and KEBREAB, E. Ed. CAB International, p. 94–111, 2010.

VIEIRA, D.V.G.; BARRETO, S.L.T.; MENDES, R.K.V.; BARBOSA, K.S.; MENCALHA, R.; CASSUCE, M.R.; VALERIANO, M.H.; JESUS, L.F.D.; SILVA, L.F.F.; PASTORE, S.M. Níveis de Cálcio e Fósforo Disponível na Dieta Sobre o Desempenho de Codornas Japonesas em Postura. **Anais...** In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

WALDROUP, P.W. Bioassays remain necessary to estimate phosphorus, calcium bioavailability. **Feedstuffs**, v.68, p.13-20, 1996.

WASSERMAN, R.H. Vitamin D and the dual processes of intestinal calcium absorption. **The Journal of Nutrition**, v.134, n.11, p.3137-3139, 2004.

WEGLARZ, M.P; ANGEL, R. Calcium and phosphorus metabolism in broilers: Effect of homeostatic mechanism on calcium and phosphorus digestibility. **Journal of Applied Poultry Research**, v.12, n.3, p.609-627, 2013.

WOOD, R.J., TCHACK, L.; TAPARIA, S. 1,25-Dihydroxyvitamin D3 increases the expression of the CaT1 epithelial calcium channel in the Caco-2 human intestinal cell line. **BMC Physiology**, 1:11, 2001.

YOON L. G., YOON W. Y., CHAE S. K. Shear Strength and compressibility of oyster shell-sand mixtures. **Journal Environmental Earth Sciences**. 2010. Heidelberg – Berlin – Germany. Disponível em: <www.springerlink.com>. Acesso em 18 de janeiro de 2015.

ZELINSKI, J.M.; SYKES, D.E.; WEISER, M.M. The effect of vitamin D on rat intestinal plasma membrane Ca-pump mRNA. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, n.179, p.749-755, 1991.

ZHONG, Y.; ARMBRECHT, H.J.; CHRISTAKOS, S. Calcitonin, a regulator of the 25-hydroxyvitamin D3 1 α hydroxylase gene. **The Journal of Biological Chemistry**, v.284, p.11059–11069, 2009.

CAPÍTULO 2

CASCA DE SURURU NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE

RESUMO

VIAPIANA, Juliane Garlet. Universidade Federal de Alagoas, fevereiro de 2015. 55p.

CASCA DE SURURU NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE.

Orientador: Geraldo Roberto Quintão Lana. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Este experimento foi realizado no setor de coturnicultura do Centro de Ciências Agrárias da UFAL e teve como objetivo avaliar a substituição do calcário calcítico pela casca de sururu na dieta de codornas de corte sobre o desempenho produtivo, o rendimento de carcaça e a resistência óssea à flexão, durante o período de um a 35 dias de idade. Foram utilizadas 400 codornas europeias, alojadas em gaiolas do tipo bateria de arame galvanizado. A dieta basal (T1) foi formulada à base de milho e farelo de soja, de acordo com as exigências nutricionais para codornas na fase de cria e recria. Para as demais dietas experimentais, a fonte de cálcio tradicionalmente utilizada, o calcário calcítico, foi substituída por casca de sururu em níveis crescentes de 25, 50, 75 e 100%. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições com 10 aves por unidade experimental. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($P > 0,05$) para o desempenho produtivo, o rendimento de carcaça e para a resistência óssea à flexão das aves. Houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$) para a variável resistência óssea à flexão para as codornas fêmeas e para os valores médios entre machos e fêmeas ao comparar as rações contendo calcário calcítico com as formuladas com casca de sururu como fonte de cálcio. A casca de sururu pode ser utilizada como fonte de cálcio em até 100% de substituição ao calcário calcítico nas rações para codornas de corte de um a 35 dias de idade, sem comprometer o desempenho produtivo, sem afetar o rendimento de carcaça e a resistência á flexão dos ossos das codornas europeias.

Palavras-chave: Casca de sururu. Coturnicultura. Mineral renovável. Subproduto

ABSTRACT

VIAPIANA, Juliane Garlet. Federal University of Alagoas, February 2015. 55p.
SURURU SHELL IN EUROPEAN QUAILS FEED. Advisor: Geraldo Roberto Quintão Lana. Dissertation (Master of Animal Science).

This experiment was conducted at the Center coturnicultura sector of Agricultural Sciences - UFAL and aimed to evaluate the replacement of limestone by shell mussels in quails diet on performance, carcass yield and bone bending strength during the period of 35 days. 400 European quails housed in cages of galvanized wire battery type were used. The basal diet (T1) was formulated based on corn and soybean meal, according to the nutritional requirements for quail during the growing period and recreates. For the other experimental diets, the calcium source traditionally used, the limestone was replaced by shell mussels in increasing levels of 25, 50, 75 and 100%. The design was completely randomized with five treatments, eight repetitions with 10 birds each. Statistically significant differences were observed ($P>0.05$) on growth performance, carcass yield and bone bending strength of birds. There was a statistically significant difference ($P<0.05$) for the variable bone bending strength for females quails and for the mean values between males and females when comparing diets containing limestone with those made with mussels bark as a source of calcium. The mussels bark can be used as a source of calcium by up to 100% replacement of limestone in feed for quail cutting from one to 35 days of age, without compromising production performance without affecting carcass yield and resistance to bending of the bones of European quail.

Keywords: Byproduct. Quail production. Renewable mineral. Sururu shell

INTRODUÇÃO

Além do frango de corte, outras aves vêm ganhando destaque no país, como é o caso das codornas, sendo que a comercialização de ovos para consumo já está consolidada. No final do ciclo produtivo, a forma de descarte das codornas de postura é a comercialização da carne, o que permite renda extra ao produtor de ovos e também a inserção de um novo produto no mercado como fonte de proteína.

A carne de codorna é considerada exótica, com o seu sabor diferenciado vem conquistando o mercado consumidor, que as utilizam tanto como petiscos como na elaboração de pratos finos e sofisticados. E com o desenvolvimento da espécie específica para corte, a codorna europeia, é crescente o estudo para aperfeiçoar a nutrição, na busca de melhores índices de desempenho e maior economia na produção.

Com a crescente demanda mundial de alimentos destinados à produção animal, aumentam as pesquisas com ingredientes alternativos, geralmente sendo subprodutos da indústria alimentícia humana. O objetivo da substituição irá depender do tipo de alimento, podendo ser: reduzir os custos das rações, substituir os ingredientes com disponibilidade sazonal comumente utilizados, e reaproveitamento dos nutrientes dos alimentos descartados como resíduos.

O reaproveitamento dos nutrientes promove enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução da poluição ambiental pelo descarte inadequado.

Um resíduo abundante no estuarino lagunar Mundaú-Manguaba (Alagoas – Brasil), é a casca de sururu, subproduto de um molusco muito apreciado na culinária alagoana, importante não só para a geração de renda e subsistência, mas como um símbolo da identidade cultural de Alagoas. A casca de sururu possui em sua composição em torno de 90% de matéria mineral, e atualmente é descartada de forma inadequada na natureza, contribuindo para a poluição ambiental através da formação de líquidos percolados pela decomposição dos resíduos de matéria orgânica.

Análises laboratoriais das cascas de sururu indicam que a quantidade de cálcio que as compõe varia de 38 a 41%, o que indica ser uma fonte de cálcio alternativa para rações animais. Entretanto, são necessários estudos para comprovar a biodisponibilidade desse mineral, bem como avaliar a interação com os alimentos que compõe as rações para os animais, tendo em vista que o resíduo

possui alto potencial de utilização em substituição as fontes de cálcio tradicionalmente utilizadas.

A maioria das pesquisas abordam o efeito das fontes de cálcio sobre a produção de ovos e a qualidade da casca, sendo escassos experimentos avaliando os efeitos das fontes alternativas de cálcio sobre o desempenho produtivo de codornas, especialmente as de corte.

Diante do contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a substituição do calcário calcítico por casca de sururu em rações para codornas de corte sob o desempenho produtivo, o rendimento de carcaça e a resistência óssea à flexão; bem como analisar a viabilidade econômica da substituição.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido, avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas sob o protocolo número 020/2014.

O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizado na BR-104 Norte Km 85, no Município de Rio Largo, região metropolitana de Maceió, no Estado de Alagoas. O Município está localizado entre as coordenadas geográficas: latitude de -09° 28' 42" e longitude de 35° 51' 12", e 39 m acima do nível do mar.

Foram utilizadas 400 codornas, machos e fêmeas, com um dia de idade, da espécie europeia (*Coturnix coturnix*) e linhagem italiana, provenientes da Granja Suzuki, localizada no Estado de São Paulo. As aves foram selecionadas de acordo com o peso médio inicial de 9g e alojadas em gaiolas do tipo bateria de arame galvanizado durante o período de um a 35 dias de idade. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições, cada repetição contendo dez aves por gaiola, totalizando 40 unidades experimentais.

Cada gaiola possuía fonte de aquecimento, bebedouro tipo sifão, comedouro tipo calha e bandejas coletoras de excretas. As rações experimentais e a água foram fornecidas às codornas a vontade durante os 35 dias de experimento.

O programa de luz adotado foi contínuo por meio de lâmpadas fluorescentes de 40 watts.

O controle térmico dos animais foi realizado por meio de aquecimento artificial em cada parcela, utilizando lâmpadas incandescentes de 40 watts (1° ao 5° dia) e de 25 watts (do 6° ao 14° dia).

Após o 14° dia de idade as codornas já possuem o sistema termorregulatório desenvolvido, porém nas situações em que a temperatura e a umidade relativa do ar eram superiores às condições de conforto térmico das aves, foi utilizado o ar condicionado para refrigerar o ambiente e promover o bem estar das codornas.

O monitoramento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar foi realizado duas vezes ao dia, as 8:00 e as 16:00 horas, com auxílio de termômetros de máxima e de mínima e termômetro de globo negro, conforme dados da Tabela 1. O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) foi calculado segundo a fórmula proposta por Buffington et al. (1981):

$$\text{ITGU} = T_{\text{GN}} + 0,36 T_{\text{PO}} + 41,5$$

Onde: T_{GN} = temperatura de globo negro e T_{PO} = temperatura de ponto de orvalho.

Tabela 1. Valores médios semanais de temperatura (máxima e mínima), umidade relativa do ar e ITGU

Dias	Temperatura °C		Umidade Relativa do Ar (%)	ITGU
	Máxima	Mínima		
1 a 7	33,6	28,7	83,3	82,6
8 a 14	30,3	28,4	77,2	77,6
15 a 21	29,1	26,9	84,9	76,3
22 a 28	27,3	24,0	79,4	73,4
29 a 35	26,9	25,2	86,9	73,8

ITGU - índice de temperatura de globo negro e umidade

As dietas experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja, atendendo as exigências nutricionais das aves, conforme o preconizado por Rostagno et al. (2011) para as exigências nutricionais de codornas japonesas na fase de cria e recria (1 a 35 dias de idade), sendo isoenergéticas e isocálcicas. A concentração de cálcio da casca de sururu foi determinada por análise laboratorial no Laboratório de Análises de Solos e Calcários da Universidade Federal de Uberlândia – MG. A ração basal foi formulada com calcário calcítico (37% Ca) como

fonte de cálcio, e as demais com níveis crescentes de substituição do calcário calcítico pela casca de sururu (36% Ca).

Os tratamentos foram constituídos por:

T1 - ração basal com 100% de calcário calcítico;

T2 - ração com substituição de 25% de casca de sururu;

T3 - ração com substituição de 50% de casca de sururu;

T4 - ração com substituição de 75% de casca de sururu;

T5 - ração com substituição de 100% de casca de sururu.

O processo de obtenção da casca de sururu iniciou-se com a coleta das cascas na orla da lagoa Mundaú – Maceió/AL. Em seguida, procedeu-se a higienização das porções coletadas colocando-as em tanques com solução de hipoclorito de sódio na proporção de um litro para quatro litros de água potável, ficando em imersão por 24 horas, sob agitação a cada 20 minutos, repetiu-se o tratamento, em nova solução de igual concentração, por 12 horas.

As cascas foram lavadas em água corrente até a eliminação dos resíduos, impurezas e material orgânico. Em seguida passaram por uma centrífuga com jato de ar quente para retirar o excesso de umidade e foram levadas ao forno com temperatura entre 180°C a 240°C por um tempo de 20 a 30 minutos para calcinação do material. Após o descanso de uma hora, as cascas foram trituradas até a obtenção de uma farinha, com baixa granulometria (1 mm). Para utilização nas rações foi necessária análise laboratorial para determinação da concentração de cálcio, por ser de origem orgânica há variação de acordo com o lote produzido.

O fosfato bicálcico (24,5% Ca e 18,5% P), tradicionalmente utilizado como fonte de cálcio e fósforo em rações, foi substituído por ácido fosfórico na forma líquida (61,8% P total) para que não houvesse interferência da quantidade de cálcio proveniente do fosfato bicálcico nos resultados.

Tabela 2. Composição centesimal das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de substituição de calcário calcítico por casca de sururu				
	0%	25%	50%	75%	100%
Milho grão	57,48	57,40	57,31	57,29	57,20
Farelo soja (45%)	38,28	38,29	38,31	38,32	38,40
Calcário calcítico	2,05	1,47	0,88	0,30	0
Casca de sururu	0	0,62	1,25	1,87	2,19
Ácido fosfórico	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Óleo de soja	0,92	0,95	0,98	1,00	1,04
Sal comum	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
DL-Metionina	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Complexo Mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Complexo Vitamínico ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina HCl	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
L-Treonina	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Inerte ³	0,10	0,10	0,10	0,05	0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes	Composição Calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900,00	2900,00	2900,00	2900,00	2900,00
Proteína bruta (%)	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Cálcio total (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponível (%)	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Lisina digestível (%)	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Met + Cist digestível (%)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Metionina digestível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Treonina digestível (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Triptofano digestível (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Valina digestível (%)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Potássio (%)	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86

¹ Níveis de garantia por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20.000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo qsp, 1.000 g.

² Níveis de garantia por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E, 30.000 UI; vit. B1, 2.200 mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300 mg; ácido pantotênico, 13.000 mg; biotina, 110 mg; vit K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000 mg; ácido nicotínico, 53.000 mg; niacina, 25.000 mg; vit B12, 16.000 µg; selênio, 0,25g; antioxidante, 120.000 mg; e veículo qsp, 1.000 g. ³ Areia lavada.

Foram avaliados o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar das codornas no período de um a 35 dias de idade. As aves, a ração fornecida e as sobras de ração foram pesadas semanalmente para o cálculo dos índices de desempenho.

Ao final do período experimental todas as aves foram pesadas, e duas codornas de peso médio, uma fêmea e um macho, de cada unidade experimental foram pesadas individualmente e após jejum de 6 horas foram pesadas novamente, insensibilizadas por deslocamento cervical, sacrificadas por sangramento e em seguida foram escaldadas e depenadas. Seguiu-se com a evisceração e início das avaliações do rendimento de carcaça em relação ao peso do animal vivo, e dos rendimentos dos cortes em relação ao peso da carcaça.

Os parâmetros avaliados foram: pesos absolutos (g) e relativos (%) da carcaça, dos cortes nobres (peito, coxas e sobrecoxas) e das vísceras comestíveis (coração, fígado e moela).

Para determinação da resistência à flexão e dos teores de cálcio nos ossos, aos 35 dias de idade foram selecionadas duas aves de peso médio, um macho e uma fêmea, de cada unidade experimental, totalizando 80 codornas. Foram identificadas individualmente e sacrificadas e coletadas as pernas, para posterior retirada dos ossos tarsometatarso.

As pernas coletadas foram congeladas (-4°C) até o início das análises, quando foram submetidas ao descongelamento e ao descarte manual, com auxílio de tesouras e pinças. Os ossos coletados das pernas direitas foram identificados e destinados ao teste de resistência à flexão, e os ossos das pernas esquerdas foram identificados e destinados às análises de teores de cálcio.

As análises de resistência óssea à flexão foram realizadas no Laboratório de Estruturas e Materiais (LEMA), integrado ao Núcleo de Pesquisas Tecnológicas no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. Os ossos *in natura* tarsometatarsos foram alocados em uma máquina de ensaios controlada, Shimadzu modelo AG-X 100kN, que registra a resistência de materiais à flexão.

Os ossos foram colocados na posição horizontal sobre dois suportes, e uma pressão foi aplicada no centro dos mesmos. Foi considerada como resistência à flexão a quantidade máxima de força (kgf) aplicada nos ossos no momento da ruptura.

A determinação dos teores de cálcio nos ossos foi realizada pelo Laboratório Qualitex® Engenharia e Serviços. Os ossos foram identificados e separados por tratamento e por sexo, e cada amostra foi constituída por um *pool* de ossos, totalizando 10 amostras com 8 ossos cada.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (F a 5%). As médias que apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) foram submetidas ao teste de regressão, por meio do software para análises estatísticas ASSISTAT (versão 7.7 beta – UFCG – PB). Para as variáveis desempenho e resistência à flexão óssea as médias dos tratamentos com 0% e 100% de casca de sururu foram submetidas ao teste t de Student, ao nível de 5% de significância, por meio do software para análises estatísticas ASSISTAT (versão 7.7 beta – UFCG – PB).

A análise econômica foi inerente ao componente de produção e alimentação, tendo em vista que as variações nos custos de produção ocorrem em função das diferenças de consumo de ração entre os diferentes tratamentos que as aves serão submetidas. O preço médio da codorna viva foi referente ao valor recebido pelo produtor, e os valores das matérias-primas utilizadas para o cálculo dos custos das rações, referem-se aos valores vigentes em agosto de 2014. Os preços das matérias-primas, da codorna e o custo médio das rações são apresentados nas tabelas 3 e 4. A análise econômica foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Lana (2000). Para obtenção das variáveis utilizadas na análise econômica, foram considerados:

A Renda Bruta Média (RBM): representa o montante recebido em função do peso médio vivo (PMV) e do preço médio da codorna (PC), sendo definida por:

$$RBM = PMV \times PC$$

O Custo Médio de Arraçoamento (CMA): representa o custo total relativo ao consumo de ração, em função do consumo (CO) e custo da ração (CR), sendo definido por:

$$CMA = CO \times CR$$

A Margem Bruta Média (MBM): representa a diferença entre a renda bruta média (RBM) e o custo médio com arraçamento (CMA), sendo definida por:

$$MBM = RBM - CMA$$

A rentabilidade média (RM) representa a razão entre a margem bruta (MB) e o custo com arraçamento (CA), indicando a rentabilidade sobre o investimento em ração:

$$RM = (MB \div CA) \times 100$$

O Índice Relativo de Rentabilidade (IRR) representa o quociente entre a rentabilidade média dos diversos tratamentos com substituição do calcário calcítico por farinha da concha do sururu e o tratamento controle. É atribuído valor 100 ao índice relativo de rentabilidade do tratamento controle; definido por:

$$IRR_i = (RM_i \div RM_c) \times 100$$

Onde:

i = tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5.

C = tratamento controle

O Índice Bioeconômico Ponderado (IBEP): representa a diferença entre o peso vivo (PMV) e o quociente entre o custo médio com arraçamento (CMA) e o preço médio da codorna (PC), sendo definido por:

$$IBEP = PMV - (CMA \div PC)$$

O Índice Bioeconômico Ponderado Relativo (IBER) - representa o quociente entre os índices bioeconômicos dos tratamentos com substituição do calcário calcítico por farinha da concha do sururu e os do tratamento controle. É atribuído, portanto, valor 100 ao Índice Bioeconômico do programa controle; é definido por:

$$IBER_i = (IBEP_i \div IBEP_c) \times 100$$

Onde:

i = tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5.

C = tratamento controle

Tabela 3. Custo dos ingredientes utilizados na formulação das rações

INGREDIENTES	R\$/kg ¹
Milho grão	0,83
Farelo de soja (45%)	1,56
Calcário calcítico	0,40
Casca de sururu	0,80
Óleo de soja	3,52
Ácido fosfórico	9,00
Sal comum	1,00
DL-Metionina	12,17
Complexo Mineral	10,44
Complexo Vitamínico	15,00
L-Lisina HCl	11,59
L-Treonina	10,50

¹ Corresponde aos valores pagos no período da execução do experimento.

Tabela 4. Preço médio da codorna e custo médio das rações

	R\$/kg
Codorna viva – Preço pago ao produtor	11,00
Custo do kg de ração de acordo com o tratamento	
0%	1,2022
25%	1,2054
50%	1,2085
75%	1,2117
100%	1,2146

¹Níveis de substituição do calcário calcítico por casca de sururu.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar, de codornas europeias alimentadas com as rações contendo diferentes níveis de substituição de calcário calcítico (CC) por casca de sururu (CS) no período de um a 35 dias de idade são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Dados semanais de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis de substituição de calcário calcítico (CC) por casca de sururu (CS)

Fases	Variáveis	Níveis de substituição (%) ¹					CV (%)
		0	25	50	75	100	
1 a 7 dias	CR	26,51	28,17	29,80	26,87	25,96	17,60
	GP	16,10	17,16	15,75	16,96	15,62	10,00
	CA	1,63	1,65	1,88	1,57	1,66	12,91
8 a 14 dias	CR	72,53	75,42	74,50	75,47	73,06	6,29
	GP	34,93	36,87	38,70	39,20	36,81	9,20
	CA	2,08	2,06	1,93	1,92	1,98	7,91
15 a 21 dias	CR	93,27	96,84	91,34	107,19	109,57	11,13
	GP	48,76	54,42	51,16	54,39	51,51	8,20
	CA	1,92	1,79	1,78	1,97	2,13	12,42
22 a 28 dias	CR	158,20	160,61	135,18	158,73	146,42	9,31
	GP	53,14	53,13	51,69	55,23	51,79	10,35
	CA	2,98	3,02	2,61	2,91	2,82	8,56
29 a 35 dias	CR	161,55	172,67	149,11	174,23	166,72	12,80
	GP	45,11	40,54	38,63	41,43	40,58	17,52
	CA	3,68	4,29	3,94	4,24	4,20	16,53

¹ – Não significativo ($P>0,05$). CV – Coeficiente de variação

Nas fases de 1 a 7, de 8 a 14 e de 15 a 21 dias de idade (Tabela 5) não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) para as variáveis consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar entre os tratamentos com diferentes substituições de calcário calcítico por casca de sururu. Os resultados concordam com os encontrados por Souza (2012), Fernandes e Peixoto (2000) e Reis et al. (2012) que testaram fontes de cálcio de origem orgânica na alimentação de aves e não encontraram diferenças no desempenho das mesmas. Silva (2014), testando níveis de inclusão de farinha de casca de sururu em rações para codornas japonesas não encontrou diferença significativa para o desempenho das codornas.

Apesar de não haver diferença estatística, alguns valores são numericamente significativos quando comparados aos demais, as codornas alimentadas com substituição de 50% de CC por CS tiveram diferença expressiva no consumo de

ração e no índice de conversão alimentar no período de 1 a 7 dias; principalmente quando comparado com os valores de consumo de ração do tratamento com 100% de CC e com o índice de conversão alimentar das aves que receberam o tratamento contendo 75% de CS.

No período de 22 a 28 dias não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($P>0,05$) para as variáveis estudadas. As codornas alimentadas com as rações contendo 25 e 50% de CS como fonte de cálcio, apresentaram os maiores e os menores valores para as variáveis consumo de ração e conversão alimentar, respectivamente.

De 29 a 35 dias não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) para as variáveis de desempenho. No entanto, a diferença no consumo de ração foi expressiva para as codornas que receberam o tratamento com 50% CS, sendo o menor valor em comparação as demais percentagens de substituição de CC por CS. A conversão alimentar também apresentou grande diferença numérica entre as codornas que consumiram as rações com 0% e 25% de CS, sendo o menor índice para a ração contendo calcário calcítico como fonte de cálcio.

Os resultados estão de acordo com os encontrados por Melo (2006), que utilizando farinha de algas marinhas na alimentação de codornas em postura observou que a adição da farinha não afetou significativamente o consumo de ração, a conversão alimentar e o peso final das aves. Por outro lado, Pope et al., (2002) observaram melhora na conversão alimentar, no ganho de peso e rendimento de peito em frangos de corte alimentados com alga calcária. Silva (2014) também encontrou resultado positivo com a inclusão de farinha de casca de sururu para codornas japonesas, as codornas que receberam níveis de 0,81% de cálcio na ração proveniente da casca do sururu apresentaram melhora no desempenho.

Os resultados de consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar, de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes níveis de substituição de calcário calcítico (CC) por casca de sururu (CS) no período de um a 21, 22 a 35 e um a 35 dias de idade são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas europeias nos períodos de 1 a 21, 22 a 35 e de 1 a 35 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de substituição de calcário calcítico (CC) por casca de sururu (CS)

Fases	Variáveis	Níveis de substituição (%) ¹					CV (%)
		0	25	50	75	100	
1 a 21 dias	CR	204,04	213,92	210,22	221,21	219,22	8,16
	GP	99,80	108,46	105,63	110,56	103,95	5,62
	CA	2,05	1,97	1,99	2,00	2,11	7,09
22 a 35 dias	CR	319,73	333,26	284,29	332,97	313,13	8,89
	GP	98,26	93,67	90,33	90,83	92,38	9,57
	CA	3,27	3,56	3,15	3,69	3,40	10,38
1 a 35 dias	CR	523,78	547,18	494,51	554,19	532,32	6,93
	GP	198,06	202,13	195,96	201,40	196,33	5,04
	CA	2,64	2,70	2,52	2,73	2,71	6,33

¹ – Não significativo (P>0,05). CV - Coeficiente de variação

Durante os períodos de 1 a 21 dias de idade, não foi observada diferença estatística significativa (P>0,05) para as variáveis de desempenho, entre os diferentes níveis de substituição de calcário calcítico (CC) por casca de sururu (CS). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2014). Porém, foram observados valores inferiores no consumo de ração para as codornas alimentadas com de 0% de CS, e as alimentadas com as rações com 75% e 100% de CS foram superiores em relação aos demais.

Durante os períodos de 22 a 35 e de 1 a 35 dias de idade, não foi observada diferença estatística significativa (P>0,05) para as variáveis de desempenho, entre os diferentes níveis de substituição do calcário calcítico (CC) por casca de sururu (CS), concordando com Kussakawa et al., (1998) que não encontraram efeito significativo sob o desempenho de poedeiras submetidas a diferentes fontes de cálcio na ração.

Tanto no período final (22 a 35 dias) como no período todo de criação (1 a 35 dias), as codornas que receberam as rações com 50% de CS apresentaram valores absolutos menores de índice de conversão alimentar devido ao baixo consumo de ração. Já as codornas alimentadas com ração contendo 75% de CS tiveram o

consumo de ração e o índice de conversão alimentar aumentado em relação aos demais tratamentos.

Os resultados encontrados sugerem que a fonte mineral alternativa foi absorvida e metabolizada pelas codornas de corte, pois não houve efeito negativo no desenvolvimento das aves, ou seja, o uso da casca do sururu como fonte de cálcio nas rações não comprometeu o desempenho das codornas europeias no período de 1 a 35 dias.

Na Tabela 7 encontram-se os valores semanais de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas europeias alimentadas com ração contendo calcário calcítico (CC) e com ração contendo casca de sururu (CS) como fonte de cálcio, durante o período de um a 35 dias de idade.

Tabela 7. Valores semanais de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas europeias alimentadas com diferentes fontes de cálcio na ração

Fases	Variáveis	Fonte de cálcio ¹		CV (%)
		Calcário calcítico	Casca de sururu	
1 a 7 dias	CR	26,51	25,96	16,14
	GP	16,11	15,62	9,19
	CA	1,63	1,66	11,27
8 a 14 dias	CR	72,53	73,06	5,59
	GP	34,93	36,81	8,13
	CA	2,08	1,98	5,19
15 a 21 dias	CR	93,27	109,57	9,65
	GP	48,76	51,51	9,06
	CA	1,92	2,13	11,08
22 a 28 dias	CR	158,20	146,42	9,24
	GP	53,14	51,79	9,93
	CA	2,98	2,82	6,05
29 a 35 dias	CR	161,55	166,72	10,70
	GP	45,11	40,58	18,23
	CA	3,68	4,20	20,90

¹ – Não significativo (P>0,05). CV - Coeficiente de variação

Nas fases de 1 a 7 e 8 a 14 dias de idade (Tabela 7) não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) para as variáveis consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar entre as rações com calcário calcítico ou casca de sururu como fonte de cálcio.

No período de 15 a 21 dias de idade também não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) para as variáveis de desempenho entre as fontes de cálcio testadas, porém, as codornas alimentadas com casca de sururu consumiram maior quantidade de ração e tiveram maior ganho de peso, mas o índice de conversão alimentar também foi maior em relação as codornas que consumiram ração com calcário calcítico.

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($P>0,05$) para as variáveis de desempenho na fase de 22 a 28 e de 29 a 35 dias de idade. Porém, no período de 22 a 28 dias as codornas consumiram maior quantidade de ração contendo calcário calcítico como fonte de cálcio. O índice de conversão alimentar no período de 29 a 35 dias foi superior para as codornas alimentadas com ração formulada com casca de sururu.

Na Tabela 8 encontram-se os valores de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas europeias nos períodos de um a 21, 22 a 35 e um a 35 dias de idade, alimentadas com ração contendo calcário calcítico (CC) e com ração contendo casca de sururu (CS) como fonte de cálcio, durante o período de um a 35 dias de idade.

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($P>0,05$) para as variáveis de desempenho nas fases estudadas, de um a 21 e 22 a 28 dias de idade.

Conforme dados na Tabela 8, de um a 21 dias de idade observamos que os valores de consumo de ração apresentam diferenças expressivas entre as duas fontes de cálcio testadas. Os resultados corroboram com os encontrados por Carlos et al. (2011), onde frangos de corte alimentados com alga calcária como fonte de cálcio, de 1 a 21 dias, não diferiram no consumo de ração em comparação aos alimentados com calcário calcítico, observaram também maior índice de conversão alimentar para as aves que receberam alga calcária.

As codornas que receberam a ração contendo casca de sururu tiveram maior consumo de ração em relação as alimentadas com calcário calcítico, porém, os valores do consumo de ração e conversão alimentar são próximos. No período de 22

a 35 dias os valores do índice de conversão alimentar foram maiores para as codornas que receberam ração com casca de sururu.

Tabela 8. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas europeias nos períodos de 1 a 21, 22 a 35 e de 1 a 35 dias de idade, alimentadas com diferentes fontes de cálcio na ração

Fases	Variáveis	Fonte de cálcio ¹		CV (%)
		Calcário calcítico	Casca de sururu	
1 a 21 dias	CR	204,04	219,22	8,64
	GP	99,80	103,95	6,74
	CA	2,05	2,11	8,00
22 a 35 dias	CR	319,73	313,13	7,45
	GP	98,26	92,38	9,71
	CA	3,27	3,40	9,77
1 a 35 dias	CR	523,78	532,35	6,62
	GP	198,06	196,33	5,83
	CA	2,64	2,71	6,16

¹ – Não significativo ($P>0,05$). CV - Coeficiente de variação

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($P>0,05$) para as variáveis de desempenho na fase de um a 35 dias de idade. Carlos et al. (2011) também não encontraram diferenças significativas durante o período de 1 a 42 dias de criação de frangos de corte, recomendando a substituição do calcário calcítico por alga calcária como fonte de cálcio, sem haver prejuízo no desempenho das aves.

Os resultados referentes ao peso absoluto ao abate, peso absoluto e relativo de carcaça e cortes de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis de substituição de farinha da concha do sururu, aos 35 dias de idade, são apresentados na Tabela 9.

O peso absoluto ao abate, peso absoluto e relativo de carcaça das aves não foram influenciados ($P>0,05$) pelos diferentes níveis de substituição do calcário calcítico pela casca de sururu, como fonte de cálcio. A substituição do calcário calcítico pela casca de sururu não interferiu negativamente no rendimento de carcaça das codornas europeias. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram

com os encontrados por Bayerle et al. (2014) em seus estudos com frangos de corte aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes níveis de substituição de calcário por farinha de mexilhão dourado.

Tabela 9. Peso absoluto e relativo de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis de substituição de calcário calcítico (CC) por casca de sururu (CS), aos 35 dias de idade

Variáveis	Níveis de casca de sururu (%) ¹					CV (%)
	0	25	50	75	100	
Peso Absoluto (g)						
Peso ao Abate	211,12	210,75	197,18	209,01	207,31	5,96
Carcaça	154,66	152,62	147,13	155,16	152,45	5,14
Peito	59,88	57,92	55,96	58,77	58,31	8,73
Pernas	33,96	32,02	31,39	32,67	32,19	8,46
Coração	2,09	2,16	2,03	1,92	1,98	10,44
Fígado	4,47	4,95	3,96	4,13	4,47	23,63
Moela	4,00	3,72	3,35	3,63	3,99	9,62
Peso Relativo (%)						
Carcaça	73,34	72,46	74,66	74,23	73,53	1,87
Peito	38,67	37,90	38,08	37,86	38,23	6,38
Pernas	21,97	21,00	21,36	21,02	21,16	7,96
Coração	0,99	1,02	1,02	0,91	0,95	8,07
Fígado	2,10	2,34	1,99	1,97	2,15	19,48
Moela	1,89	1,76	1,70	1,73	1,92	8,44

¹ – Não significativo (P>0,05). CV - Coeficiente de variação

Da mesma forma, o peso absoluto e relativo de cortes (peito e pernas) não foi influenciado (P>0,05) pelos diferentes níveis de substituição do calcário calcítico pela casca de sururu. Resultados similares para o rendimento de peito foram obtidos por Bayerle et al. (2014).

Os dados de peso ao abate, carcaça, peito, fígado e moela das codornas alimentadas com ração contendo 50% de CS apresentaram valores inferiores em relação as demais percentagens de substituições. Os números são resultados do baixo consumo de ração e ganho de peso inferior das codornas em relação aos demais tratamentos, conforme tabelas 5 e 6.

O peso absoluto e relativo do fígado foi superior para as codornas alimentadas com 25% de CS ao comparar com as demais rações. Possivelmente, as fêmeas desse tratamento que foram selecionadas para o abate (que representavam o peso médio da unidade experimental) aos 35 dias de idade já estavam entrando na fase reprodutiva. E, nas fêmeas em reprodução há intensa síntese de lipídeos no fígado nessa idade para garantir o desenvolvimento dos folículos, conseqüentemente o órgão aumenta de tamanho, superando o peso do fígado do macho e elevando a média; os dados corroboram com os encontrados por Corrêa et al. (2008) que encontraram em seus estudos rendimento de fígado das codornas de corte fêmeas superiores em relação aos machos aos 42 dias de idade.

Os resultados do peso absoluto ao abate, peso absoluto e relativo de carcaça e cortes de codornas europeias alimentadas com diferentes fontes de cálcio na ração, aos 35 dias de idade, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Peso absoluto e relativo de codornas europeias alimentadas com diferentes fontes de cálcio na ração, aos 35 dias de idade

Variáveis	Fontes de cálcio ¹		CV (%)
	Calcário calcítico	Casca de sururu	
Peso Absoluto (g)			
Peso ao Abate	211,12	207,31	5,38
Carcaça	154,66	152,45	4,31
Peito	59,88	58,31	8,89
Pernas	33,96	32,19	7,35
Coração	2,09	1,98	7,31
Fígado	4,47	4,46	24,63
Moela	4,00	3,99	11,46
Peso Relativo (%)			
Carcaça	73,34	73,53	2,14
Peito	38,67	38,23	6,61
Pernas	21,97	21,16	8,40
Coração	0,99	0,95	6,30
Fígado	2,10	2,15	20,09
Moela	1,89	1,92	10,48

¹ – Não significativo (P>0,05). CV - Coeficiente de variação

O peso absoluto ao abate, peso absoluto e relativo de carcaça das codornas de corte não apresentaram diferença estatística significativa ($P>0,05$) em relação as duas fontes de cálcio utilizadas nas rações.

De acordo com os dados, a fonte de cálcio composta por casca de sururu promoveu efeito similar ao calcário calcítico em relação ao rendimento de carcaça das aves, não interferindo na deposição muscular nem no desenvolvimento das vísceras estudadas.

Os resultados da resistência à flexão dos ossos tarsometatarso de codornas europeias alimentadas com as rações contendo diferentes níveis de substituição de calcário calcítico (CC) por casca de sururu (CS) na ração, no período de um a 35 dias de idade, são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Valores de resistência óssea à flexão (kgf) do osso tarsometatarso de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis de substituição de calcário calcítico por casca de sururu na ração, aos 35 dias de idade

	Níveis de substituição (%) ¹					CV (%)
	0	25	50	75	100	
Fêmeas	2,35	2,74	2,49	2,59	2,82	14,69
Machos	2,44	2,70	2,46	2,61	2,62	17,79
Média ²	2,37	2,77	2,47	2,59	2,72	13,34

¹ – Não significativo ($P>0,05$). ² –Média aritmética entre o valor do macho e da fêmea da unidade experimental.

Para os dados de resistência óssea à flexão não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) em relação aos diferentes níveis de substituição do calcário calcítico por casca de sururu.

Os resultados condizem com os encontrados por Muniz et al. (2007), que analisaram ossos de frangos de corte alimentados com diferentes fontes de cálcio na ração: carbonato de cálcio, carbo-quelato de cálcio e calcário calcítico de duas jazidas distintas, no período de um a 31 dias de idade. Não observaram influência significativa das fontes de cálcio com relação a mineralização óssea da tíbia de frangos de corte, demonstrando adequado balanceamento e disponibilidade de cálcio nas rações, que garantiram uma deposição satisfatória de cálcio nos ossos. Fialho et al, (1992) avaliando a resistência à quebra do 3º metacarpiano de suínos

concluiu que o calcário calcítico, a farinha de ostras, gesso e suminal constituem adequados suplementos de cálcio para suínos,

Como a rigidez conferida ao tecido é resultante da deposição de cálcio e fósforo durante a mineralização óssea, e não obtendo diferença significativa para a resistência à flexão dos ossos das codornas em relação aos diferentes tratamentos, podemos inferir que a casca do sururu como fonte de cálcio supriu a necessidade do mineral para a efetiva calcificação óssea. Além do mais, os ossos das codornas alimentadas com as diferentes substituições por casca de sururu possuem maior resistência à flexão do que os ossos do tratamento com calcário calcítico como única fonte de cálcio.

Os dados de resistência óssea das codornas que receberam ração com 50% de casca de sururu foram menores em relação às codornas que receberam as rações com 25, 75 e 100% de substituição. O ocorrido pode ser justificado pelo menor consumo de ração das aves em relação as que receberam os demais tratamentos, o que implica em menor consumo de cálcio (g/dia), sendo mantida a concentração de cálcio sanguíneo pela ação dos hormônios que controlam a absorção, excreção e o metabolismo ósseo; e diminuindo a calcificação óssea pela reduzida quantidade de cálcio disponível no plasma. Silva et al., (2009) relatam que o cálcio é o mineral metabolicamente mais ativo, por isso, quando a ingestão é insuficiente, a calcitonina reduz a eliminação de cálcio pelos rins, deprimindo a deposição nos ossos e aumentando a absorção intestinal do mineral.

Observamos em alguns trabalhos que as características ósseas (resistência à flexão, resistência a quebra, densidade, cinzas e minerais) estão mais relacionadas a quantidade de cálcio na dieta que supre as exigências nutricionais do que às diferentes fontes de cálcio.

Silva et al. (2009) verificaram que o aumento dos níveis de cálcio nas rações de codornas de corte promoveu aumento de forma linear no teor de cálcio nos ossos, mas a resistência óssea a quebra não foi influenciada pelos diferentes níveis de cálcio, pois a resistência não está condicionada apenas ao nível de minerais, mas também a estrutura orgânica do osso. Almeida Paz et al. (2009) avaliaram rações com diferentes concentrações de cálcio e observaram diferença na densidade de tíbias e fêmures de poedeiras, sendo que os ossos das aves alimentadas com os valores normais de cálcio (3,80%) apresentaram-se mais densos que aqueles

pertencentes às aves alimentadas com 1,80% de cálcio, até a 34ª semana. Reis et al. (2012) estimaram a possibilidade de substituição do calcário calcítico por casca de ovo na dieta de codornas japonesas no período de 40 a 52 semanas de idade, não encontraram efeito significativo da substituição de calcário por farinha de casca de ovo sobre a porcentagem de cálcio e de fósforo nos ossos das aves, o que permitiu inferir que o nível e a fonte de cálcio utilizados foram eficientes em manter a integridade óssea das codornas. Fialho et al. (1992) testando níveis de cálcio sob o a resistência óssea à quebra nos ossos de suínos em crescimento, observaram efeito linear sob a resistência, conforme aumentavam os níveis de cálcio na ração os ossos se tornavam mais resistentes à quebra.

Na tabela 12 encontram-se os resultados da resistência à flexão dos ossos tarsometatarso de codornas europeias alimentadas com rações contendo diferentes fontes de cálcio, calcário calcítico (CC) e casca de sururu (CS), no período de um a 35 dias de idade.

Tabela 12. Valores de resistência óssea à flexão (kgf) do osso tarsometatarso de codornas europeias alimentadas com diferentes fontes de cálcio na ração, aos 35 dias de idade

	Fontes de cálcio ¹		CV (%)
	Calcário calcítico	Casca de sururu	
Fêmeas	2,34b	2,81a	11,67
Machos	2,44	2,62	20,07
Média ¹	2,37b	2,71a	12,02

¹ – Média aritmética entre o valor do macho e da fêmea da unidade experimental.

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste t de Student (P<0,05).

Para a resistência óssea à flexão dos ossos tarsometatarso aos 35 dias de idade, houve diferença estatística significativa (P<0,05) com a substituição do calcário calcítico por casca de sururu para as fêmeas e para os valores médios entre machos e fêmeas, divergindo de Fialho et al. (1992) que não encontraram efeitos significativos sob a resistência óssea de suínos em relação a diferentes fontes de cálcio na ração.

A fonte mineral influenciou na quantidade de força necessária para flexionar os ossos das codornas europeias fêmeas e do valor médio entre os ossos do macho e da fêmea. As codornas alimentadas com casca de sururu como fonte de cálcio

apresentaram maior resistência óssea à flexão em comparação às codornas que receberam ração com calcário calcítico. Como ainda não existem informações disponíveis sobre a casca do sururu, não podemos afirmar que a melhora na resistência óssea das codornas seja pela maior solubilidade e biodisponibilidade do composto.

Para a resistência óssea à flexão dos ossos dos machos não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) entre os que receberam ração com CC e CS. Porém os valores diferem numericamente entre si de forma expressiva, sendo que os ossos das codornas machos apresentaram maior resistência quando alimentados com casca de sururu na ração em comparação ao calcário calcítico.

Os resultados dos teores de cálcio nos ossos tarsometatarso de codornas europeias, alimentadas com as rações contendo diferentes níveis de substituição de calcário calcítico por casca de sururu, no período de um a 35 dias de idade, são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Valores médios de cálcio (%) no osso tarsometatarso de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis de substituição de calcário calcítico por casca de sururu, aos 35 dias de idade

	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Fêmeas	3,34	3,73	3,74	3,18	3,73
Machos	3,98	3,39	3,25	3,66	3,63
Média	3,66	3,56	3,49	3,42	3,68

Para os dados de concentração de cálcio nos ossos observamos que as codornas fêmeas alimentadas com casca de sururu apresentaram maiores teores de cálcio nos ossos em comparação às alimentadas com calcário calcítico, com exceção da ração contendo 75% de casca de sururu, que apresentou os menores teores do mineral. Por outro lado, os machos alimentados com calcário calcítico na ração tiveram maior concentração de cálcio nos ossos em comparação aos alimentados com casca de sururu. A média, entre os valores de concentração óssea de cálcio de machos e fêmeas, apresentou valores similares, com pouca diferença entre os mesmos.

As variáveis utilizadas para o cálculo dos resultados econômicos e os resultados da análise econômica aos 35 dias de idade, encontram-se nas Tabelas 14 e 15 respectivamente.

Tabela 14. Variáveis utilizadas na análise econômica

Tratamentos ¹	Peso médio vivo (g)	Consumo médio de ração (g)	Custo médio da ração (kg)	Custo médio de arraçamento (R\$/ave)
0%	0,2071	0,5237	1,2022	0,6296
25%	0,2111	0,5471	1,2054	0,6595
50%	0,2050	0,4945	1,2085	0,5976
75%	0,2104	0,5541	1,2117	0,6714
100%	0,2053	0,5323	1,2146	0,6465

¹Níveis de substituição do calcário calcítico casca de sururu.

Tabela 15. Análise econômica dos níveis de substituição de calcário calcítico por casca de sururu em relação ao peso vivo das aves aos 35 dias de idade

Tratamentos ¹	RBM	CMA	MBM	RM	IRR	IBEP	IBER
0%	2,27	0,63	1,64	261,83	100,00	0,1498	100,00
25%	2,32	0,66	1,66	252,11	96,28	0,1510	100,85
50%	2,25	0,59	1,65	277,34	105,92	0,1513	100,53
75%	2,31	0,67	1,64	244,71	93,46	0,1494	99,66
100%	2,25	0,64	1,61	249,29	95,21	0,1471	97,77

¹Níveis de substituição do calcário calcítico por casca de sururu.

RBM = Renda bruta média (R\$/ave).

CMA = Custo médio de arraçamento (R\$/ave).

MBM = Margem bruta média (R\$/ave).

RM = Rentabilidade média (%).

IRR = Índice relativo de rentabilidade em relação ao tratamento 1.

IBEP = Índice bioeconômico ponderado.

IBER = Índice bioeconômico ponderado relativo ao tratamento 1.

A maior renda bruta média RBM foi obtida com a ração com 25% de farinha da concha do sururu (T2), valor próximo ao do tratamento com 75% de substituição (T4), o montante recebido por codorna alimentada com o tratamento T2 foi maior (R\$ 2,32) em relação à comercialização das aves alimentadas com os demais tratamentos (T1 – R\$ 2,27; T3 – R\$ 2,25; T4 – R\$ 2,31; e T5 – R\$ 2,25), conforme

os dados da tabela 15. O cálculo da RBM leva em consideração o peso vivo e o preço da codorna, quando observarmos a tabela 14 percebemos que os valores de peso médio vivo decrescem e os valores da RBM acompanham a inclinação conforme apresentados na tabela 14, lembrando que o preço médio da unidade de codorna foi o mesmo para todos os tratamentos.

O custo médio de arração (CMA), que representa o custo total relativo ao consumo de ração, foi maior para o tratamento com 75% de farinha da concha do sururu (T4), e menor para o tratamento com 50% (T3). O CMA é calculado em função do consumo e do custo da ração, e também decresce conforme diminui o consumo médio de ração (tabela 14).

Em relação à margem bruta média (MBM – tabela 15), que representa a diferença entre a renda bruta média e o custo médio com arração, observamos resultados superiores para os tratamentos com 25% e 50% de farinha da concha do sururu, respectivamente o tratamento que teve a maior renda bruta média e o com o menor custo de arração.

A rentabilidade média (RM) indica que o retorno obtido com cada real gasto com o kg da ração consumida pelas codornas foi maior para o tratamento contendo 50% de farinha da concha de sururu (T3). Esse valor foi 5,6% superior ao tratamento referência (T1) contendo calcário calcítico como fonte de cálcio, como demonstrado pelos valores dos índices relativos de rentabilidade na tabela 15.

O índice bioeconômico ponderado apresentou valores semelhantes para os tratamentos contendo 25% e 50% (tabela 14) de farinha da concha de sururu, superiores em relação ao tratamento referência.

As rações com substituição de 75 e 100% de calcário calcítico por farinha da concha de sururu apresentaram valores inferiores em relação aos demais para rentabilidade média, índice relativo de rentabilidade em relação ao tratamento 1, índice bioeconômico ponderado e índice bioeconômico ponderado relativo ao tratamento 1 (tabela 15), assim a substituição acima de 50% não apresenta custo/benefício favorável para a produção de codornas de corte.

CONCLUSÕES

É possível a substituição total do calcário calcítico pela casca de sururu como fonte de cálcio em rações para codornas europeias.

A utilização da casca do sururu não comprometeu o desempenho das codornas europeias no período de um a 35 dias de idade.

A utilização da casca do sururu não comprometeu a resistência à flexão dos ossos das codornas europeias aos 35 dias de idade.

A utilização da casca de sururu em substituição ao calcário calcítico como fonte de cálcio em rações para codornas europeias não apresentou viabilidade econômica, haja vista o elevado custo do subproduto.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA PAZ, I.C.L.; MENDES, A.A.; BALOG, A.; KOMIYAMA, C.M.; TAKAHASHI, S.E.; ALMEIDA, I.C.L.; GARCIA, E.A.; VULCANO, L.C.; BALLARIN, A.W.; SILVA, M.C.; CARDOSO, K.F.G. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, p.174, 2009.
- BAYERLE, D.F.; NUNES, R.V., SCHERER, C.; ANDRADE, T.S.; GIRON, T.V.; LOHMANN, M.L.; ZART, F.C.; SANTOS, E.C. Rendimento de carcaça de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado com adição ou não de tanino. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. 2014. Vitória: **Anais...** Vitória – ES, 2014.
- CARLOS, A.C.; SAKOMURA, N.K.; PINHEIRO, S.R.F.; TOLEDANO, F.M.M.; GIACOMETTI, R.; SILVA JÚNIOR, J.W. Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.35, n.4, p. 833-839, 2011.
- CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B.; FONTES, D.O.; SANTOS, G.G.; LIMA NETO, H.R. Nível de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.209-217, 2008.
- FERNANDES, A.L.S.; PEIXOTO, R.R. Avaliação de calcários dolomíticos como fontes de cálcio para frangos de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2260-2267, 2000.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P.; BELLAVER, C.; GOMES, P.C.; BARIONI JUNIOR, W. Avaliação nutricional de algumas fontes de suplementação de cálcio para suínos. Biodisponibilidade e desempenho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.05, p.891-905, 1992.
- KUSSAKAWA, K.C.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Combinações de fontes de cálcio em rações de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.572-578, 1998.
- MELO, T.V.; MENDONÇA, P.P.; MOURA, A.M.A.; LOMNARDI, C.T.; FERREIRA, R.A.; NERY, V.L.H. Solubilidad in vitro de algunas fuentes de cálcio utilizadas em alimentacion animal. **Archivos de Zootecnia**, v.55, 2006.
- MUNIZ, E.B.; ARRUDA, A.M.V.; FASSANI, E.J.; TEIXEIRA, A.S.; PEREIRA, E.S. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p.05-14, 2007.
- POPE, H.R.; OWENS, C.M.; CAVITT, L.C.; EMMERT, J.L.; TAYLOR, S.J. Efficacy of marigro in supporting growth, carcass yield and meat quality of broilers. **Poultry Science**, 2002.

REIS, S.R.; BARRETO, S.L.T.; LIMA, H.J.D.; PAULA, E.; MUNIZ, J.C.L.; MENCALHA, R.; VIANA, G.S.; BARBOSA, L.M.R. Substituição do calcário por farinha de casca de ovo na dieta de codornas japonesas no período de 40 a 52 semanas de idade. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa - MG, v.2, n.1, p. 107 – 112, Julho, 2012.

SILVA, M.P.L. Casca de sururu: fonte alternativa de cálcio na alimentação de codornas japonesas. **Dissertação (mestrado)**, Universidade Federal de Alagoas, 29p., 2014.

SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S.; MARTINS, E.N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A.E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.

SOUZA, Y.L.S. Utilização da alga *Lithothamnium calcareum* para poedeiras de linhagens leves. **Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia**. 59f., 2012