

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

ANA PATRÍCIA ALVES LEÃO

DIGESTIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE DE DIFERENTES FONTES DE
CÁLCIO PARA CODORNAS DE CORTE

RIO LARGO – AL
2018

ANA PATRÍCIA ALVES LEÃO

DIGESTIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE DE DIFERENTES FONTES DE
CÁLCIO PARA CODORNAS DE CORTE

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

Orientadora: Prof^a Dr^a Sandra Roselí Valério Lana
Coorientador: Prof. Dr. Geraldo Roberto Quintão
Lana

RIO LARGO – AL

2018

Catalogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

L437d Leão, Ana Patrícia Alves

Digestibilidade e Biodisponibilidade de diferentes fontes de
Cálcio para codornas de corte. Rio Largo-AL – 2018.
52 f.; il; 33 cm

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal
de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

Orientador(a): Prfª. Drª. Sandra Roseli Valério Lana

Co-Orientador: Prof. Dr. Geraldo Roberto Quintão Lana.

1. Codornas europeias 2. Farinhas de concha de sururu, .
maçunim e de ostras. 3. Fontes Orgânicas de cálcio. I. Título.

CDU: 636.6

TERMO DE APROVAÇÃO

ANA PATRÍCIA ALVES LEÃO

DIGESTIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE DE DIFERENTES FONTES DE CÁLCIO PARA CODORNAS DE CORTE.

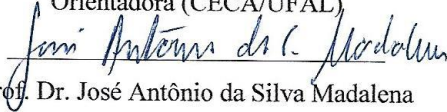
Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas.


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

Aprovado em 11/07/2018


Prof.^a Dr.^a Sandra Roseli Valério Lana

Orientadora (CECA/UFAL)


Prof. Dr. José Antônio da Silva Madalena
Membro Externo (IFAL/SATUBA)


Prof. Dr. Geraldo Roberto Quintão Lana
Membro Interno (CECA/UFAL)

Rio Largo – AL

2018

A minha querida e amada mãe Lucilene Alves Leão,
minha maior inspiração profissional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu Bom Deus por ter me guiado durante toda essa jornada. Nos momentos em que senti desamino Ele quem me sustentou e me deu forças para trilhar este caminho. Ele quem me deu sabedoria, paciência, discernimento e coragem. Ele que colocou esse sonho em meu coração e me ajudou a torná-lo realidade. A Ele toda honra e glória!

Aos meus pais José Carlos Oliveira Leão e Lucilene Alves Leão que são meus maiores exemplos de profissionais e seres humanos. A vocês todo o meu amor e gratidão. Obrigada por serem meu porto seguro!

As minhas queridas irmãs Maria Alice Alves Leão e Mariana Alves Leão vocês são minhas melhores amigas, minhas companheiras. Vocês que sempre me apoiam e torcem por mim. Vocês me ajudam a sonhar cada vez mais alto!

A Jefferson Gonçalo da Silva que sonhou esse sonho comigo, que acreditou em mim e que torce por mim. Agradeço também por toda a ajuda na execução deste trabalho.

Ao meu grande amigo Romilton Ferreira, que esteve sempre comigo nos momentos bons e ruins dessa caminhada. Você que esteve comigo desde a graduação, posso dizer que foi o melhor presente que a Zootecnia poderia ter me dado, pois a sua amizade é de grande valia para mim.

A 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 meus queridos professores Sandra Roseli Valério Lana e Geraldo Roberto Quintão Lana que acreditaram no meu potencial. Vocês são uma grande inspiração para mim. Agradeço por todos os ensinamentos compartilhados, por toda paciência, atenção, críticas que só me fizeram aprender cada vez mais. A vocês todo o meu respeito e admiração.

Ao professor Dr. José Antônio da Silva Madalena pela disponibilidade, pelas sugestões para melhoria deste trabalho e pelos conselhos que serão de grande valia para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Sr. Josias Ferreira por disponibilizar as fontes em estudo e por todas as palavras de incentivo.

Aos meus queridos amigos que me ajudaram ao longo dessa caminhada, Luís Carlos, Daniela Mendonça, Lucas Gonzaga, Thalís Oliveira, Iva Barros, Marcos Taveiros e Daniel Silva, sem a ajuda de vocês esse trabalho não seria possível.

Por fim, agradeço aos meus familiares e amigos que sempre me mantem em suas orações, que torcem por mim, que se alegram com cada conquista.

A todos, o meu muito obrigada!

RESUMO

Foram realizados dois ensaios com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do cálcio em diferentes fontes de cálcio, e avaliar a biodisponibilidade relativa do cálcio destas mesmas fontes para codornas de corte. No primeiro ensaio foram utilizadas 240 codornas alojadas em gaiolas de metabolismo. Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade adotou-se o método de coleta total de fezes do 14º dia ao 17º (fase inicial) e do 28º ao 31º (fase final). As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado constituído de cinco dietas, onde foi formulada uma ração basal (RB) na qual foram adicionadas as fontes de cálcio (calcário calcítico, carbonato de cálcio, farinha de conchas de sururu, farinha de conchas de maçunim e farinha de conchas de ostras), com cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Para a determinação da biodisponibilidade relativa do cálcio, foi realizado um ensaio de crescimento, utilizando-se 288 codornas europeias, distribuídas em um DIC, com nove tratamentos, quatro repetições e oito aves por unidade experimental, alojadas do oitavo ao 21º dia em gaiolas. Os tratamentos foram constituídos de uma dieta basal com baixo nível de cálcio (0,166%), sendo a mesma sem suplementação de cálcio e a mesma com suplementação de dois níveis de cálcio (0,342% e 0,684%) provenientes do carbonato de cálcio, farinha de conchas de sururu, de maçunim e de ostras. Os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro se assemelharam entre as fontes avaliadas, sendo possível concluir que as farinhas de concha de sururu, maçunim e ostra podem ser utilizadas como fonte de cálcio nas formulações de rações para codornas europeias. A biodisponibilidade relativa do cálcio da farinha de conchas de sururu, de maçunim e de ostras, obtidos a partir dos métodos da curva padrão e método do *Slope Ratio*, foram superiores a 100%, ou seja, maior que a da fonte padrão.

Palavras-chave: codornas europeias, farinhas de conchas de sururu, maçunim e de ostras, fontes orgânicas de cálcio

DIGESTIBILITY AND BIOAVAILABILITY OF DIFFERENTS CALCIUM SOURCES FOR QUAILS TYPE MEAT

ABSTRACT

Two experiments were carried out to determine the coefficients of apparent and true digestibility of calcium in different calcium sources and to evaluate the relative calcium bioavailability of these sources for quail. In the first experiment 240 quails housed in metabolism cages were used. For the determination of the digestibility coefficients, the method of total collection of feces from the 14th day to the 17th (initial phase) and from the 28th to the 31st (final phase) was adopted. The birds were distributed in a completely randomized design consisting of five diets, where a basal diet (RB) was formulated in which calcium sources were (calcitic limestone, calcium carbonate, flour of sururu shells, maçunim and oyster), with five replicates and eight birds per experimental unit. For the determination of the relative bioavailability of calcium, a growth assay was performed using 288 European quails, distributed in a DIC, with nine treatments, four replicates and eight birds per experimental unit housed from the eighth to the 21st day in cages. The treatments consisted of a basal diet with a low level of calcium (0.166%), being the same without calcium supplementation and the same with supplementation of two levels of calcium (0.342% and 0.684%) from calcium carbonate, shells of sururu, maçunim and oysters. The coefficients of apparent and true digestibility were similar among the evaluated sources, and it is possible to conclude that the flour shells of sururu, maçunim and oyster can be used as a source of calcium in formulations of feeds for European quails. The relative bioavailability of flour shells of sururu, maçunim and oyster obtained from the standard curve and Slope Ratio methods was greater than 100%, ie larger than the standard source.

Keywords: European quails, flour of shells of sururu, maçunim and oyster, organic sources of calcium

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 COTURNICULTURA	13
2.2 IMPORTÂNCIA DO CÁLCIO NA NUTRIÇÃO DE AVES	14
2.3 FONTES ORGÂNICAS DE CÁLCIO NA ALIMENTAÇÃO DE AVES	15
2.4 DIGESTIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE DAS FONTES DE CÁLCIO	17
REFERÊNCIAS	19
3. DIGESTIBILIDADE DE DIFERENTES FONTES DE CÁLCIO PARA CODORNAS DE CORTE	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
3.1 INTRODUÇÃO	25
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.4 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35
4. BIODISPONIBILIDADE DE DIFERENTES FONTES DE CÁLCIO PARA CODORNAS DE CORTE	37
RESUMO	37
ABSTRACT	38
4.1 INTRODUÇÃO	39
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	40
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.4 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura brasileira se destaca mundialmente pela sua produção e qualidade de seus produtos, sendo a atividade que mais evoluiu no cenário do agronegócio brasileiro nos últimos anos. Dentre as atividades da avicultura se destaca a coturnicultura, que é a criação de codornas seja ela para a produção de ovos ou de carne.

No que diz respeito a coturnicultura de postura, essa já se encontra consolidada no mercado. No entanto, a criação de codornas de corte ainda tem muito a crescer. Para isso são necessárias pesquisas que otimizem a produção desse genótipo, buscando dietas que atendam às exigências nutricionais dessas aves (PASTORE et al., 2012).

Dentre os itens que mais oneram a produção, tem – se a alimentação, de modo que pesquisas vem sendo realizadas buscando ingredientes que possam substituir as fontes comumente utilizadas. A busca crescente é pelo uso de alimentos alternativos na alimentação animal, de modo a se obter o máximo de desempenho dos animais com a redução dos custos de produção, isso associado a questões de preservação ambiental (MARINHO et al., 2010). Uma vez que, a maioria dos alimentos tidos como alternativos são descartados de modo inadequado no ambiente, tornando-se potenciais poluidores ambientais.

Pode-se destacar o grande interesse na substituição de fontes inorgânicas de cálcio por fontes orgânicas, uma vez que a extração do calcário calcítico proveniente das rochas geram um impacto ambiental que pode ser prejudicial ao longo dos anos (ARAÚJO et al., 2008).

No estado de Alagoas, o descarte inadequado das conchas de moluscos bivalves, tais como sururu, maçunim e ostras, na orla lagunar, tem chamado a atenção para o uso das mesmas em diferentes setores, onde estas fontes se destacam pelos seus altos teores de cálcio, bem como pela sua disponibilidade na região.

O cálcio é um macromineral de grande importância, sendo limitante para o crescimento das aves, uma vez que é essencial à estrutura óssea e ao metabolismo corporal. Dentre os prejuízos provocados pela falta desse mineral na alimentação, pode-se citar o raquitismo e redução no consumo de ração (BERTECHINI, 2012).

Os ingredientes basais na formulação de ração para aves são o milho e a soja, e estes possuem baixos teores de cálcio o que traz a necessidade de suplementação deste mineral. Onde na maioria das vezes essa suplementação é feita com o calcário calcítico, sendo esta a principal fonte utilizada, no entanto outras fontes como farinha de algas, casca de ovo e farinha de ostras vem sendo pesquisadas.

Sendo assim, devido à escassez de informações científicas, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a digestibilidade e biodisponibilidade da farinha de conchas de sururu, farinha de conchas de maçunim e farinha de conchas de ostras, como fontes orgânicas de cálcio na alimentação de codornas de corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COTURNICULTURA

A coturnicultura é um segmento da avicultura voltado para a produção de carnes e ovos. Castiblanco (2017) enfatiza que os ovos e a carne de codorna são considerados alimentos ricos nutricionalmente e associados ao pequeno espaço que é requerido para sua produção faz com que esta atividade se torne cada vez mais produtiva e economicamente rentável.

O desenvolvimento acentuado da coturnicultura pode ser explicado pela sua adequação as novas tecnologias de produção (PASTORE et al., 2012), onde a mesma apresentava níveis de produção crescente nos últimos anos, no entanto, segundo dados do IBGE (2016), houve uma queda de 20,4% no efetivo nacional de codornas em comparação ao ano de 2015, fato que pode ser explicado pela crise econômica pela qual o país tem passado nesses últimos anos, onde a perda do poder aquisitivo da população provocou uma diminuição na procura por ovos e carne de codorna, de modo que os produtores reduziram seus efetivos afim de minimizar seus custos.

As codornas são originárias do Norte da África, Europa e Ásia e pertencem à família dos Fasianídeos (*Fasianidae*). A princípio essas aves eram apreciadas pelo seu canto, sendo este o motivo de sua criação. O interesse na exploração dessas aves voltada para a produção de carne e ovos só teve início a partir de 1910, quando os japoneses iniciaram os cruzamentos entre codornas europeias e outras espécies selvagens e obtiveram um tipo domesticado que foi nomeado *Coturnix japônica* (REIS, 1980).

Pastore et al. (2012) destacam alguns fatores que motivam a produção de codornas, sendo eles: o rápido crescimento, a precocidade na produção e a maturidade sexual (35 a 42 dias), a alta produtividade (média de 300 ovos/ano), pequenos espaços para grandes populações, a grande longevidade em alta produção (14 a 18 meses), o baixo investimento e o rápido retorno financeiro.

Dois linhagens de codornas são criadas no Brasil, a *Coturnix japônica* – voltada para produção de ovos, e a *Coturnix coturnix* – voltada principalmente para produção de carne (BERTECHINI, 2010). Silva et al. (2007) afirmam que as codornas de corte europeias apresentam um rápido crescimento até 21 dias

de idade, fase em que ocorre maior deposição de proteína e água na carcaça, atingindo aproximadamente 200 g, um aumento de 25 vezes o seu peso inicial.

Silva et al. (2012) enfatizam que o Brasil é o quinto maior produtor mundial de carne de codornas e o segundo de ovos. No entanto, conforme destacam Pastore et al. (2012) no Brasil a exploração da codorna para produção de carne ainda não está bem estabelecida, sendo utilizadas para este fim, fêmeas de postura, ao término de sua vida produtiva.

Viapiana (2015) afirma que são necessários maiores investimentos em pesquisas e incentivo ao consumo de carne de qualidade, para que a produção de codornas de corte se torne um investimento altamente rentável, pois a carne de codorna é uma importante fonte de proteína para consumo humano, além de ser saborosa e macia.

2.2 IMPORTÂNCIA DO CÁLCIO NA NUTRIÇÃO DE AVES

Além das proteínas, carboidratos, lipídios e vitaminas, os minerais são importantes elementos para uma adequada nutrição animal. Representam de 3 a 4% do peso vivo das aves (PINTO et al., 2012), e estão presentes em diversas vias metabólicas do organismo animal, tendo papel importante no crescimento, reprodução e outras funções fisiológicas vitais (BERTECHINI, 2012). Pinto et al. (2012) destacam que tais funções fisiológicas não se limitam apenas na manutenção da vida, mas também no aumento da produtividade do animal.

Araújo et al. (2008) explicam que alguns minerais entram na formação dos ossos e da casca do ovo e outros são necessários aos processos metabólicos, hormonais e enzimáticos. Os minerais são importantes na manutenção do balanço acidobásico (pH) do sangue, na pressão osmótica e balanço da água corporal, na excitação dos nervos e músculos no transporte de nutrientes através de membranas e na regulação da permeabilidade das membranas de vários tecidos, além de fazerem parte da composição de várias enzimas.

Em se tratando das necessidades minerais das aves, Costa et al. (2011) destacam que o cálcio e o fósforo são os mais limitantes, sendo os que apresentam uma maior exigência dietética. Estes têm como principal função a mineralização da matriz óssea (PINHEIRO et al., 2011). Onde,

aproximadamente 80 a 85% do fósforo corporal e 99% do cálcio encontram-se no esqueleto, sob a forma de hidroxiapatita $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ (VEUM, 2010).

Sendo o mineral mais abundante no organismo animal o cálcio, além de ser fundamental na estrutura óssea, exerce funções variadas, tais como contração dos músculos esqueléticos e cardíacos, ativador de enzimas, transmissão de estímulos nervosos e no processo de coagulação sanguínea (BERTECHINI, 2012).

Pastore (2010) destaca que a inadequada relação cálcio/fósforo na ração, pode interferir na disponibilidade desses minerais e conseqüentemente provocar um desequilíbrio na homeostase mineral, e ainda um desenvolvimento inapropriado dos ossos das aves e má formação da casca do ovo.

Este mineral é considerado limitante para o crescimento das aves, uma vez que no meio intracelular é importante na sinalização celular bem como na regulação de processos celulares e, no meio extracelular, regula a excitabilidade neural além de ser o componente principal da porção mineral óssea (VIEIRA, 2009).

A deficiência do cálcio em aves em desenvolvimento está associada ao atraso no crescimento, diminuição no consumo de alimento e fragilidade óssea (GARCIA; PIZZOLANTE, 2004). De modo que a maior exigência do cálcio é justamente nas aves jovens, quando a taxa de crescimento é alta, e diminui em adultas, quando o peso corporal é alcançado (VARGAS JR. et al., 2004).

2.3 FONTES ORGÂNICAS DE CÁLCIO NA ALIMENTAÇÃO DE AVES

O fornecimento de cálcio para os animais ocorre através das dietas, e no caso de aves, a sua suplementação é de grande importância, uma vez que os alimentos, milho e soja, que são a base da alimentação desses animais, apresentam baixos níveis desse mineral, que são insuficientes para atender as exigências nutricionais das aves (MUNIZ et al., 2007). E essa suplementação quase sempre é através do uso de calcário calcítico, fonte rica em cálcio e abundante na natureza (SILVA, 2011).

Araújo et al. (2008) explicam que há muito tempo os nutricionistas têm utilizado minerais na forma inorgânica, buscando atender às exigências minerais das aves. Sendo oriundos de compostos inorgânicos, de origem geológica ou industrial, como por exemplo o calcário (ROSTAGNO et al., 2017). No entanto,

além destas fontes, existem também fontes orgânicas, tais como farinha de ossos, conchas e algas (MELO; MOURA, 2009).

Geralmente as fontes de cálcio utilizadas na alimentação animal são oriundas de rochas, como o calcário e o fosfato bicálcico, visto que são mais abundantes e de baixo custo. No entanto, essas fontes são recursos minerais não-renováveis e sua extração promove importante impacto ambiental (ARAÚJO et al., 2008).

Rostagno et al. (2017) citam os teores de cálcio em algumas fontes utilizada por aves e suínos, sendo elas: o calcário calcítico (37,7% Ca), carbonato de cálcio (40% Ca) e a farinha de ostras (36,4% Ca). E destacam ainda que com o avanço dos conhecimentos sobre minerais de fontes orgânicas e a disponibilidade de novos suplementos para os animais, o nutricionista tem a possibilidade de optar pela utilização de fontes inorgânicas ou orgânicas de microminerais.

O interesse na utilização de fontes minerais de origem orgânica busca maximizar o desempenho das aves e minimizar os custos, uma vez que estas fontes apresentam maior biodisponibilidade, estrutura química estável, natureza eletricamente neutra no trato digestivo das aves e ainda por serem recursos renováveis e causarem um menor impacto ambiental (LANGWINSKI; OSPINA, 2001).

Dentro desse contexto, uma fonte que vem sendo bastante estudada é a alga calcária (*Lithothamnium calcareum*), e as pesquisas mostraram que esta fonte pode ser utilizada na alimentação de aves sem comprometer o desempenho zootécnico desses animais (ZANINI et al., 2000; AIRHART et al., 2002; PELICIA et al., 2007; MELO et al., 2008; CARLOS et al., 2011; SOUZA, 2012).

Uma fonte que também apresenta bons resultados quando utilizada é a farinha de conchas de ostras (MELO et al., 2006; SAUNDERS-BLADES, et al., 2009; PIZZOLANTE et al., 2011), sendo esta comumente utilizada nas dietas de poedeiras.

Sendo encontrados também pesquisas com o uso de farinha de casca de ovos (RIBEIRO et al., 2015) e farinha da casca de sururu (VIAPIANA et al., 2015 e SILVA, 2014). Vale destacar que, fontes orgânicas, como as citadas acima apresentam na sua composição nutricional teores variáveis de cálcio.

Outras fontes vêm sendo avaliadas, como por exemplo, Safamehr et al. (2013) avaliaram a composição mineral de subprodutos da indústria de mariscos como fontes alternativas de cálcio e encontraram valores de 36,9% de cálcio na concha de maçunim e 36,9% Ca na casca de mexilhão azul, ainda, Ajakaiye et al. (2003) encontraram altos teores de cálcio em fontes como conchas de moluscos bivalves (40,8% Ca), conchas de caramujo (36,7% Ca) e conchas de caracol (36% Ca).

Sendo assim, fontes orgânicas de cálcio vêm despertando o interesse de pesquisadores quanto a utilização das mesmas na alimentação de aves, visto que apresentam altos teores de cálcio e a utilização destas fontes traria benefícios ao meio ambiente, uma vez que estas são fontes renováveis.

Em se tratando de fontes alternativas de alimentos para a nutrição animal, além da composição nutricional e do custo, deve-se considerar a disponibilidade dos mesmos nas regiões de interesse. Desta forma, na região costeira de Alagoas, tem-se a presença de moluscos bivalves como ostras, maçunim ou berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*) e sururu (*Mytella falcata*, d'Orbigny, 1942), que são bastante apreciados na culinária local.

Após a pesca, esses moluscos são retirados de suas respectivas conchas e comercializados, de modo que, suas conchas tornam-se resíduos, que na maioria das vezes são descartados de modo inadequado gerando amontoados de conchas que atraem insetos, podendo causar doenças infecciosas e acidentes, além da poluição visual e produção de odores desagradáveis (SILVA et al., 2013; TENORIO et al., 2014).

Sendo assim, o beneficiamento das conchas surge como fonte alternativa de carbonato de cálcio, que pode ser utilizado na alimentação animal. Como destaca Silva et al. (2013) do total de mariscos produzido, apenas 20% é consumido na forma alimentar, e 80% é descartado, sendo que 95% da concha é composta por carbonato de cálcio.

2.4 DIGESTIBILIDADE E BIODISPONIBILIDADE DAS FONTES DE CÁLCIO

Digestibilidade e biodisponibilidade são termos que geralmente são confundidos, no entanto a digestibilidade de um alimento representa o percentual do nutriente que foi absorvido em relação ao que foi ingerido, sendo determinado

pela diferença entre a quantidade consumida e a excretada nas fezes (SANTANA, 2013).

Já a biodisponibilidade refere-se à quantidade dos minerais presentes na dieta que são absorvidos e utilizados para as funções orgânicas normais (BERTECHINI, 2012). Ou seja, a biodisponibilidade envolve os processos de digestão, absorção, metabolismo e utilização do nutriente (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

A absorção e utilização do cálcio ingerido vai depender das exigências metabólicas dos animais, no entanto a fração biodisponível para as funções orgânicas, é variável nos ingredientes da dieta (AMMERMAN et al., 1995).

Sendo, a absorção do cálcio, determinada também pelo nível de ingestão e pela capacidade de absorção intestinal, de modo que se a ingestão é baixa a absorção é alta, e se a ingestão de cálcio é alta a absorção é reduzida. Onde a absorção do cálcio ocorre principalmente no intestino delgado, visto que este apresenta pH adequado e maior solubilidade do mineral, sendo que a eficiência absorptiva depende de fatores como: a fonte de cálcio, da relação cálcio/fósforo, vitamina D e pH intestinal (NORMAN et al., 1981; GRUDTNER et al., 1997; MUNIZ et al., 2007).

A solubilidade das fontes de cálcio é um fator indicativo da qualidade, já que apresenta alta correlação com a biodisponibilidade e absorção intestinal do cálcio. Onde as fontes de cálcio de origem orgânica, como a farinha de ostras e farinha de casca de ovos são fontes de maior solubilidade em relação as fontes de rocha (MELO et al., 2006), desta forma, estas fontes apresentariam também uma maior biodisponibilidade do mineral.

Na literatura são escassos trabalhos que avaliem a digestibilidade e biodisponibilidade de fontes orgânicas de cálcio para codornas do corte, desta forma, devido à grande demanda de cálcio para as aves, torna-se de fundamental importância o conhecimento das características de fontes orgânicas, afim de obter melhorias ou manutenção do desempenho produtivo das codornas.

REFERÊNCIAS

AIRHART, J.C.; TAYLOR, S.J.; PURSER, K.W. et al. The bioavailability in chicks of calcium in a product derived from calcified seaweed (Marigro). In: **The Southern Poultry Science Society, 23rd Annual Meeting and The Southern Conference on Avian Diseases, 43rd Annual Meeting**. S32, 2002, p.118

AJAKAIYE, A.; FAN, M.Z.; ARCHBOLD, T. et al. Determination of true digestive utilization of phosphorus and the endogenous phosphorus outputs associated with soybean meal for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.2766-2775, 2003.

AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J. **Bioavailability of nutrientes for animals – Amino acids, minerals and vitamins**. San Diego: Academic Press, Inc., 1995.

ARAÚJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; AMÂNCIO, A.L.L. et al. Fontes de Minerais para Poedeiras. **Acta Veterinária Brasília**. Mossoró, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

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: Editora UFLA – Mg, 2012. 255p.

CARLOS, A.C.; SAKOMURA, N.K.; PINHEIRO, S.R.F. et al. Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Ciência Agrotecnologia**, v.35, n.4, p. 833-839, 2011.

CASTIBLANCO, D.M.C. **Respostas de codornas em produção a diferentes níveis de energia na meta**. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Paulo, 2017.

COSTA, F. G. P.; BRANDÃO, P. A.; SOUZA, J.G. Exigências de cálcio para codornas japonesas (*Coturnix coturnix* japônica) machos na fase de 1 a 21 dias de idade. **Ciência Agrotécnica**, v.35, n.2, p.410-414, 2011.

GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C. Nutrição de codornas para postura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2., 2004. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. (CD-ROM).

GRÜDTNER, V.S.; WEINGRILL, P.; FERNANDES, A.L. Aspectos da Absorção no Metabolismo do Cálcio e Vitamina D. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.37, p.143-151, 1997.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>, acessado em 08/03/2018.

LANGWINSKI, D.; OSPINA, H. A nutrição de ruminantes e os complexos orgânicos e minerais. Porto Alegre: **Tortuga Companhia Zootécnica Agrária**, 2001.

MARINHO, A.L. et al. 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, p. 46-49. 2010.

MELO, T.V.; MENDONÇA, P.P.; MOURA, A.M.A. et al. Solubilidad in vitro de algunas fuentes de calcio utilizadas en alimentación animal. **Archivos de Zootecnia**, v.55, p.297-300, 2006.

MELO, T.V.; FERREIRA, R.A.; CARNEIRO, J.B.A. et al. Rendimiento de codornices japonesas utilizando harina de algas marinas y fosfato monoamónico. **Archivos de Zootecnia.**, v.57, p.381-384, 2008.

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

MUNIZ, B. E.; ARRUDA, A. M. V.; FASSANI, E. J. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Revista Caatinga**, vol. 20, núm. 1, janeiro-março, 2007, pp. 5-14.

NORMAN, D.A.; FORDTRAN, J.S.; BRINKLEY, L.J. et al. 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, n.6, p.1599-1603, jun 1981.

PASTORE, S.M. **Níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo em rações para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade**. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2010.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P.; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, n.06, p. 2041–2049 – novembro-dezembro 2012.

PELÍCIA, K.; GARCIA, E.A.; SHERER, M.R.S. et al. Alternative calcium source effects on commercial egg production and quality. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9, p.105-109, 2007.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Níveis nutricionais de cálcio para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.1, p.231-238, 2011.

PINTO, S.; BARROS, C.S.; SLOMP, M.N. Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.11, n.1, p 5-18, 2012.

PIZZOLANTE, C.C.; KAKIMOTO, S.K.; SALDANHA, E.S.B.P. et al. Limestone and oyster shell for brown layers in their second egg production cycle. **Ver. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v.13, n.2, junho 2011.

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

RIBEIRO, C. L. N.; BARRETO, S. L. T.; REIS, E. S. Utilização de farinha de casca de ovos em dietas para codornizes japonesas na fase de 11 a 25 semanas de idade. **Revista de Ciências Agrárias**, v.38, n.1, p.11-17, 2015.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª ed. UFV-DZO, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017. 488p.

SAFAMEHR, A.; LANGILLE, M.; ANDERSON, D.M. et al. Evaluation of composition and in vitro solubility rate of by-products of the Atlantic shellfish industry as alternative calcium sources. **J. Appl. Poult. Res.**, v.22, p.529-538, 2013.

SAKOMURA, N.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. 238p.

SANTANA, A.L.A. **Digestibilidade do cálcio de fontes minerais avaliadas em suínos**. 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2013.

SAUNDERS-BLADES, J.L. MACISAAC, J.L.; KORVER, D.R. et al. The effect of calcium source and particle size on the production performance and bone quality of laying hens. **Poultry Science**, v.88, p.338-353, 2009.

SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V. Efeito do plano de nutrição sobre o rendimento de carcaça de codornas tipo carne. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.2, p.514-522. 2007.

SILVA, A.P. **Níveis de cálcio e fósforo na dieta de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) em diferentes fases do ciclo de produção e seus efeitos sobre desempenho produtivo e qualidade dos ovos**. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2011.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.775-790, 2012.

SILVA, J.; LINS, J.L.F; SILVA, V.M. et al. Conchas de sururu *Mytella charruana* como possível ingrediente em dietas de peixes. **I encontro de inovação, tecnologia e iniciação científica do IFAL (EITIC-IFAL)**, 2013. Disponível em: <http://www.kentron.ifal.edu.br/index.php/anais_eitic_ifal/artile/download/>, acesso em: 27/04/2018.

SILVA, Maria Pollyane Lima. **Utilização da casca de sururu em rações de codornas japonesas de um a 35 dias de idade**. 29p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Federal de Alagoas – UFAL, 2014.

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

TENÓRIO, H.C.L.; MOTTA, O.M.S; GONÇALVES, L.B. et al. Aproveitamento de conchas de mariscos e Resíduos da construção civil em Alagoas. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Maceió, v.1, n.1. p.61-71, maio, 2014.

VARGAS JR., J. G.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; et al. 2004. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 13 a 20 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.33, p.1263-1273.

VEUM, T.L. Phosphorus and calcium nutrition and metabolismo. In: VITTI, D.M.S.; KEBREAB, E (ED), **Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals**. Oxfordshire: CAB International, 2010. p.94-111.

VIAPIANA, Juliane Garlet. **Casca de sururu na alimentação de codornas de corte**. 55p.Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Alagoas - UFAL, fevereiro, 2015.

VIAPIANA, J.G.; LANA, G.R.Q.; LANA, S.R.V. et al. Influência da casca de sururu em rações de codornas europeias sobre o rendimento de carcaça e resistência óssea. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Fortaleza, CE, 2015. **Anais...**, Fortaleza, CE, 2015.

VIEIRA, M.M. **Metabolismo de cálcio em aves de corte e de postura com ácidos orgânicos e fitase na dieta**. 127p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade federal do Rio Grande do Sul, 2009.

ZANINI, S.F.; CARVALHO, M.A.G; COLNAGO, G. Uso de farinha de algas como fonte de cálcio na ração de frangos de corte. In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Viçosa, MG. **Anais...**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa-MG, 2000.

3. DIGESTIBILIDADE DE DIFERENTES FONTES DE CÁLCIO PARA CODORNAS DE CORTE

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi determinar os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do cálcio em diferentes fontes de cálcio, nas fases inicial e final de crescimento de codornas de corte. Foram utilizadas 240 codornas, não sexadas, com 8 dias de idade, alojadas em gaiolas de metabolismo para a coleta de excretas do 14º dia ao 17º (fase inicial) e do 28º ao 31º (fase final). As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado constituído de cinco dietas, onde foi formulada uma ração basal (RB) para cada período de vida das aves – com baixo nível de cálcio (0,166% e 0,142%, respectivamente), na qual foram adicionadas as fontes de cálcio (calcário calcítico, carbonato de cálcio, farinha de conchas de sururu, farinha de conchas de maçunim e farinha de conchas de ostras), com cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Simultaneamente, 40 aves foram distribuídas em cinco gaiolas e alimentadas com uma ração com baixo conteúdo de cálcio (0,019%) para a determinação das perdas de cálcio endógeno, que foram utilizados para corrigir os valores da digestibilidade verdadeira. Não foram verificadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre as fontes de cálcio para os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro de cálcio na fase inicial de criação (um a 21 dias). Na fase final de criação (22 a 35 dias), foram observadas diferenças significativas entre as fontes avaliadas ($P<0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro de cálcio. Como os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro se assemelharam entre as fontes avaliadas, pode-se concluir que as farinhas de concha de sururu, maçunim e ostra podem ser utilizadas como fonte de cálcio nas formulações de rações para codornas europeias.

Palavras-chave: cálcio, codornas europeias, coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro, farinha de conchas de sururu, de maçunim e de ostra

DIGESTIBILITY OF DIFFERENTS CALCIUM SOURCES FOR QUAIL TYPE MEAT

ABSTRACT

The objective of the present research was to determine the coefficients of apparent and true digestibility of calcium in different sources of calcium, in the initial and final stages of growth of quail. 240 non-sexed, 8-day-old quails housed in metabolic cages were used to collect excreta from the 14th day to the 17th (early stage) and from the 28th to the 31st (final stage). The birds were distributed in a completely randomized design consisting of five diets, where a basal diet (RB) was formulated for each bird's life span - with a low calcium level (0.166% and 0.142%, respectively), in which calcium sources were (calcitic limestone, calcium carbonate, flour of sururu shells, maçunim and oyster), with five replicates and eight birds per experimental unit. Simultaneously, 40 birds were distributed in five cages and fed with a low calcium content (0.019%) for the determination of endogenous calcium losses, which were used to correct true digestibility values. No significant differences ($P > 0.05$) were observed between the calcium sources studied for apparent and true calcium digestibility coefficients in the initial (1-21 days) breeding phase. In the final breeding phase (22 to 35 days), significant differences were observed between the evaluated sources ($P < 0.05$) for apparent and true calcium digestibility coefficients. As the coefficients of apparent and true digestibility resembled among the sources evaluated, it can be concluded that the flour shells of sururu, maçunim and oyster can be used as a source of calcium in formulations of European quail feeds.

Keywords: calcium, coefficients of apparent and true digestibility, European quails, flour of shells of sururu, maçunim and oyster

3.1 INTRODUÇÃO

Dentre os minerais exigidos pelas aves, Gomes et al. (2004) afirmam que o fósforo e o cálcio são os mais importantes, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea. Costa et al. (2009) enfatizam que aves com deficiência de cálcio apresentam atraso no crescimento, diminuição no consumo e fragilidade óssea durante a fase de desenvolvimento.

Williams et al. (2000) destacam que o período de intensa formação óssea se dá entre 4 e 18 dias de vida, o que dará o suporte esquelético adequado para o crescimento da ave, sendo o período inicial onde tem-se maior demanda por este mineral.

Nas dietas formuladas para monogástricos é necessária a suplementação de cálcio, uma vez que os teores deste mineral nos alimentos de origem vegetal são encontrados em níveis insuficientes para suprir as exigências nutricionais dos animais (Sá et al., 2004). Ainda, segundo Guéguen; Pointlart (2000) o cálcio de origem vegetal é pouco solúvel e absorvível por estar em grande parte insolubilizado sob a forma de fitato ou oxalato.

Por isso, Araújo et al. (2008) comentam que os nutricionistas têm utilizado minerais na forma inorgânica, buscando atender às exigências minerais das aves. No entanto, Melo et al. (2006) afirmam que existem fontes de origem orgânica, como por exemplo, conchas, algas e casca de ovos, que apresentam maior solubilidade em relação às fontes de rochas. Tanto a solubilidade como a granulometria das fontes, são fatores que interferem na digestibilidade dos minerais (BERTECHINI, 2012).

Santana (2013) explica que o conhecimento da digestibilidade de um alimento, permite conhecer o percentual do nutriente que foi absorvido em relação ao que foi ingerido. Ou seja, se dá pela diferença entre a quantidade de nutriente consumida e a excretada nas fezes.

Diante do exposto, objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do cálcio em diferentes fontes de cálcio, na alimentação de codornas de corte nas fases inicial e de crescimento.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos deste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no uso de animais da UFAL, sob número de protocolo 66/2017.

O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizado na BR 104, Norte, km 85, Rio Largo – AL, região da Zona da Mata de Alagoas.

Foram utilizadas 240 codornas (*Coturnix coturnix*), não sexadas, com oito dias de idade, selecionadas de acordo com o peso médio e distribuídas aleatoriamente nas gaiolas de metabolismo, as quais continham comedouro e bebedouro individual e bandejas coletora de excretas, onde permaneceram por um período de nove dias, sendo cinco dias de adaptação e quatro dias de coleta, compreendendo o primeiro período de coletas (14 a 17 dias de idade). O segundo período de coletas foi realizado na fase final de crescimento, dos 28 aos 31 dias de idade.

A ração basal foi formulada a base de milho e farelo de soja, suplementada com aminoácidos sintéticos de modo a atender as exigências nutricionais preconizadas por Silva; Costa (2009), exceto para o cálcio (0,166% e 0,142%, respectivamente) em cada fase de idade (Tabela 1).

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado constituídos de cinco tratamentos com cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Onde os tratamentos foram constituídos a partir da inclusão das fontes na ração basal: T1: RB + calcário calcítico; T2: RB + carbonato de cálcio; T3: RB + farinha de conchas de sururu; T4: RB + farinha de conchas de maçonim; e T5: RB + farinha de conchas de ostra, fontes essas oriundas da região costeira de Alagoas (Tabela 2).

As fontes avaliadas substituíram o inerte nas dietas experimentais conforme apresentado na tabela 3, de modo a atender à exigência de 0,850% e 0,700% de cálcio para cada fase, respectivamente.

Tabela 1. Composição centesimal das rações basais para codornas de corte, de acordo com as exigências das aves para cada idade

Ingredientes (%)	Idade das aves (dias)	
	1 a 21	22 a 35
Milho Grão	46,286	53,228
Farelo de Soja (45%)	46,000	38,572
Óleo de Soja	3,005	4,005
Inerte (Areia lavada)	2,002	2,000
Fosfato Monoamônio	1,021	0,751
Sal comum	0,393	0,345
DL-Metionina	0,226	0,207
L-Treonina	0,221	0,000
L-Lisina	0,146	0,192
Suplemento Vitamínico	0,100	0,100
Suplemento Mineral	0,050	0,050
Bacitracina de Zinco	0,050	0,050
Óxido Férrico	0,500	0,500
Total	100,000	100,000

Nutrientes	Composição Calculada	
Arginina dig aves (%)	1,590	1,380
Cálcio (%)	0,166	0,142
Cloro (%)	0,678	0,709
EM AVES (kcal/Kg)	2900,000	3050,000
Fenil + tir dig aves (%)	1,996	1,761
Fenil dig aves (%)	1,130	0,995
Fósforo disponível (%)	0,380	0,300
Histidina dig aves (%)	0,595	0,531
Isoleucina dig aves (%)	0,982	0,858
Leucina dig aves (%)	1,865	1,697
Lisina dig aves (%)	1,370	1,230
Magnésio (%)	0,147	0,123
Met cist dig aves (%)	0,878	0,795
Metionina dig aves (%)	0,550	0,500
Potássio (%)	0,991	0,878
Proteína bruta (%)	24,957	22,000
Sódio (%)	0,170	0,150
Treonina dig aves (%)	1,040	0,746
Triptofano dig aves (%)	0,290	0,251

¹Composição por kg de produto premix vitamínico: Vitamina A 10.000.000 UI; Vitamina D3 2.000.000 UI; Vitamina E 30.000 mg/kg; Vitamina K 2.880 mg/kg; Tiamina (B1) 3.500 mg/kg; Riboflavina (B2) 9.600 mg/kg; Piridoxina (B6) 5.000 mg/kg; Cianocobalamina (B12) 19.200 mcg/kg; Ácido Fólico 1.600 mg/kg; Ácido Pantotênico 25.000 mg/kg; Niacina 67.200 mg/kg; Biotina 80.000 mcg/kg; Selênio 600 ppm;

²Composição por kg de produto premix mineral: Manganês 150.000 ppm; Zinco 140.000 ppm; Ferro 100.000 ppm; Cobre 16.000 ppm; Iodo 1.500 ppm;

Tabela 2. Composição dos tratamentos de acordo com as exigências para cada período de vida das aves¹

Tratamentos	Composição ²	% de Cálcio	
		1 a 21 dias	22 a 35 dias
T1	RB + Cal. Ca	0,850	0,700
T2	RB + Carb. Ca	0,850	0,700
T3	RB + FCS	0,850	0,700
T4	RB + FCM	0,850	0,700
T5	RB + FCO	0,850	0,700

¹Autor (2018)

²Calcário Calcítico (Cal. C), Carbonato de cálcio (Carb. C), Farinha de conchas de sururu (FCS), Farinha de conchas de Maçunim (FCM), Farinha de conchas de ostras (FCO).

Tabela 3. Percentagem de substituição do inerte da ração basal pelas fontes de cálcio e conteúdo total de cálcio nas dietas experimentais de acordo com a idade das aves¹

Fontes de Cálcio ²	Conteúdo de Cálcio ³	Quantidade na Ração ⁴		Cálcio da Dieta experimental ⁵	
		8 a 21	22 a 35	8 a 21	22 a 35
Cal. Ca	37,70	1,81	1,48	0,850	0,700
Carb. Ca	38,00	1,80	1,47	0,850	0,700
FCS	36,01	1,90	1,55	0,850	0,700
FCM	35,33	1,93	1,58	0,850	0,700
FCO	34,93	1,96	1,60	0,850	0,700

¹Autor (2018)

²Calcário Calcítico (Cal. C), Carbonato de cálcio (Carb. C), Farinha de conchas de sururu (FCS), Farinha de conchas de Maçunim (FCM), Farinha de conchas de ostras (FCO)

³LANA (2017).

⁴Substituição da fonte na matéria natural.

⁵Valores calculados.

O controle térmico dos animais foi realizado por meio de lâmpadas incandescentes de 40 a 60 watts colocadas em cada gaiola de modo a buscar o conforto térmico das aves, quando necessário foi utilizado aparelho de ar condicionado para promover o bem-estar das codornas.

O monitoramento da temperatura do ar e umidade relativa foi realizado duas vezes ao dia, às 8:00 e às 14:00 horas, com o auxílio de termômetro digital de máxima e mínima, termo higrômetro e termômetro de globo negro. O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = 0,72 (Tgn + Tbu) + 40,6$$

Onde:

Tgn = Temperatura de globo negro;

Tbu = Temperatura de bulbo úmido.

Simultaneamente, 40 aves foram distribuídas em cinco gaiolas e alimentadas com uma ração com baixo conteúdo de cálcio (0,019%) para a determinação das perdas de cálcio endógeno, que foram utilizados para corrigir os valores da digestibilidade verdadeira (Tabela 4).

Para determinar a digestibilidade, as excretas foram coletadas diariamente, em dois períodos: de 14 a 17 dias de vida (que foram precedidas por um período de cinco dias de adaptação as instalações e as rações experimentais) e aos 28 a 31 dias de vida. Para proceder as coletas, foram utilizadas as bandejas das próprias gaiolas, sendo as mesmas cobertas com plástico, para evitar possíveis perdas.

Em ambos períodos de coleta, o material coletado era colocado em sacos plásticos, identificados, sendo armazenados em freezer (- 18°C) até o término de cada período, onde as amostras eram descongeladas, homogeneizadas e pesadas, sendo aproximadamente 250g de cada amostra colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C por 72 horas.

Em seguida, as amostras foram moídas e armazenadas em potes de plástico para proceder as análises de matéria seca (MS) e teor de cálcio. As análises dos teores de MS e cálcio total das rações e das excretas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias da UFAL e na Central Analítica LTDA, respectivamente, de acordo com as metodologias descritas por Silva; Queiroz (2002).

Os cálculos do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) e do coeficiente de digestibilidade verdadeiro (CDV) foram obtidos utilizando as fórmulas propostas por Sakomura; Rostagno (2007).

Coeficiente de digestibilidade aparente do cálcio (CDACa):

$$\text{CDACa(\%)} = \frac{\text{Ca ingerido (g)} - \text{Ca excretado nas fezes (g)}}{\text{Ca ingerido (g)}} \times 100$$

Coeficiente de digestibilidade verdadeiro do cálcio (CDVCa):

$$\text{CDVCa(\%)} = \frac{\text{Ca ingerido(g)} - (\text{Ca excretado (g)} - \text{Ca endógeno(g)})}{\text{Ca ingerido(g)}} \times 100$$

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional SISVAR (versão 5.6 – UFLA). As médias que apresentaram diferenças significativas (P<0,05) foram comparadas pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Composição centesimal das rações com baixo cálcio para codornas de corte, de acordo com as idades das aves

Ingredientes (%)	Idade das aves (dias)	
	8 a 21	22 a 35
Milho Grão	92,335	93,311
Inerte (Areia lavada)	2,500	2,500
Fosfato Monoamônio	1,251	0,940
Sal comum	0,405	0,354
DL-Metionina	0,418	0,366
L-Treonina	0,849	0,471
L-Lisina	1,541	1,358
Suplemento Vitamínico	0,100	0,100
Suplemento Mineral	0,050	0,050
Bacitracina de Zinco	0,050	0,050
Óxido Férrico	0,500	0,500
Total	100,000	100,000
Nutrientes	Composição Calculada	
Arginina dig aves (%)	0,317	0,321
Cálcio (%)	0,019	0,019
Cloro (%)	1,081	1,059
EM AVES (kcal/Kg)	3247,177	3258,476
Fenil + tir dig aves (%)	0,560	0,566
Fenil dig aves (%)	0,308	0,311
Fósforo disponível (%)	0,380	0,300
Histidina dig aves (%)	0,205	0,207
Isoleucina dig aves (%)	0,224	0,226
Leucina dig aves (%)	0,849	0,858
Lisina dig aves (%)	1,370	1,230
Magnésio (%)	0,000	0,000
Met cist dig aves (%)	0,681	0,632
Metionina dig aves (%)	0,550	0,500
Potássio (%)	0,299	0,302
Proteína bruta (%)	9,601	9,193
Sódio (%)	0,170	0,150
Treonina dig aves (%)	1,040	0,700
Triptofano dig aves (%)	0,056	0,566

¹Composição por kg de produto premix vitamínico: Vitamina A 10.000.000 UI; Vitamina D3 2.000.000 UI; Vitamina E 30.000 mg/kg; Vitamina K 2.880 mg/kg; Tiamina (B1) 3.500 mg/kg; Riboflavina (B2) 9.600 mg/kg; Piridoxina (B6) 5.000 mg/kg; Cianocobalamina (B12) 19.200 mcg/kg; Ácido Fólico 1.600 mg/kg; Ácido Pantotênico 25.000 mg/kg; Niacina 67.200 mg/kg; Biotina 80.000 mcg/kg; Selênio 600 ppm;

²Composição por kg de produto premix mineral: Manganês 150.000 ppm; Zinco 140.000 ppm; Ferro 100.000 ppm; Cobre 16.000 ppm; Iodo 1.500 ppm;

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados experimentais foram obtidos em condições ambientais conforme apresentadas na tabela 5, podendo este ser considerado um ambiente de conforto térmico para as aves, conforme estudos de Souza et al. (2015).

Tabela 5. Valores médios de temperatura, umidade relativa do ar e ITGU no período de 8 a 35 dias de idade¹

Período (dias)	Temperatura °C		Umidade Relativa do Ar (%)	ITGU
	Máxima	Mínima		
8 a 21	29,7	27,6	79,4	77,96
22 a 35	27,9	25,5	80,8	75,26

¹Autor (2018)

Na tabela 6 estão apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDACa) e os coeficientes de digestibilidade verdadeiros (CDVCa) do cálcio das fontes avaliadas – calcário calcítico, carbonato de cálcio, farinha de conchas de sururu, farinha de conchas de maçunim e farinha de conchas de ostras, referentes ao primeiro período de coleta.

Tabela 6. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDACa) e verdadeira (CDVCa) e biodisponibilidade relativa do cálcio (BDCa) das fontes para codornas de corte, no período de 14 a 17 dias de idade¹

Fontes de Cálcio	CDACa ^{ns} (%)	BDCa (%)	CDVCa ^{ns} (%)	BDCa (%)
Calcário calcítico	91,03	100,84	91,31	100,89
Carbonato de cálcio ²	90,27	100,00	90,50	100,00
Farinha de conchas de sururu	91,85	101,75	92,04	101,70
Farinha de conchas de maçunim	91,71	101,59	91,90	101,55
Farinha de conchas de ostras	89,39	99,02	89,63	99,04
p-valor	0,646		0,655	
EPM	1,29		1,28	

¹Autor (2018)

²Foi atribuído ao Carbonato de Cálcio o valor de 100% de Biodisponibilidade de Cálcio.

EPM = Erro Padrão da Média

Não foram verificadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as fontes de cálcio estudadas para os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro de cálcio na fase inicial de criação. Todas as fontes, com exceção da farinha de conchas de ostras, apresentaram coeficientes de digestibilidade acima de 90%. Sendo estas, então consideradas fontes de excelente digestibilidade para codornas de corte na fase inicial de criação (1 a 21 dias).

Utilizando os valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeiros das fontes, foi possível estimar a biodisponibilidade das mesmas, considerando o carbonato de cálcio como 100% biodisponível. Desta forma, as fontes estudadas mostraram-se altamente biodisponíveis, conforme valores apresentados na tabela 6.

Na fase final de 22 a 35 dias, foram observadas diferenças significativas entre as fontes avaliadas ($P < 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira de cálcio (Tabela 7).

Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDACa) e verdadeira (CDVCa) e biodisponibilidade relativa do cálcio (BDCa) das fontes para codornas de corte, no período de 28 a 31 dias de idade¹

Fontes de Cálcio	CDACa (%)	BDCa (%)	CDVCa (%)	BDCa (%)
Calcário calcítico	72,12 ^a	121,39	72,64 ^a	120,94
Carbonato de cálcio ²	59,41 ^{bc}	100,00	60,06 ^{bc}	100,00
Farinha de conchas de sururu	65,35 ^{abc}	110,00	65,92 ^{abc}	109,76
Farinha de conchas de maçunim	55,82 ^c	93,96	56,53 ^c	94,12
Farinha de conchas de ostras	67,64 ^{ab}	113,85	68,17 ^{ab}	113,5
p-valor	0,0001		0,0001	
EPM	2,35		2,35	

¹Autor (2018)

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

²Foi atribuído ao Carbonato de Cálcio o valor de 100% de Biodisponibilidade de Cálcio.

EPM = Erro Padrão da Média

Conforme apresentado na tabela acima, os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro foram maiores para as aves que consumiram as rações contendo calcário calcítico, que apesar de numericamente maior, não diferiu estatisticamente da farinha de conchas de ostras e de sururu. O carbonato de cálcio e a farinha de conchas de maçunim apresentaram os menores coeficientes.

Observando a digestibilidade nas duas fases de criação, percebe-se que a digestibilidade do cálcio foi bem maior no período inicial de criação. Onde na fase final, o maior coeficiente de digestibilidade verdadeiro, observado, foi inferior a 73%. Isso porque o cálcio ingerido é absorvido e utilizado conforme as exigências metabólicas, e na fase inicial é onde ocorre uma maior demanda corporal do cálcio.

Avaliando diferentes fontes de cálcio para frangos de corte, na fase final de crescimento, SALGUERO CRUZ (2009) encontraram valores de digestibilidade verdadeiro de 85,98% para o calcário calcítico. Sendo este valor inferior ao encontrado no presente trabalho, quando comparado a fase inicial de criação (91,31%), e superior ao observado na fase final, cujo coeficiente obtido foi de 72,64%. Com suínos, SANTANA (2013) obteve coeficiente de digestibilidade verdadeiro de 81,89% para o calcário calcítico.

Para a biodisponibilidade relativa do cálcio, no segundo período de coleta de excretas, tem-se apenas a farinha de conchas de maçunim com valores inferiores a fonte padrão (CaCO₃).

Os teores de cálcio total e digestível verdadeiro das fontes avaliadas obtidos através dos valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeiro para codornas de corte encontram-se na tabela 8.

Tabela 8. Valores percentuais de cálcio total (CT) e cálcio digestível verdadeiro das fontes avaliadas na fase inicial (CDVI) e cálcio digestível verdadeiro da fase final (CDVF)¹

Fontes de Cálcio	CT ² (%)	CDVI (%)	CDVF (%)
Calcário Calcítico	37,70	34,42	27,38
Carbonato de Cálcio	38,00	34,39	22,82
Farinha de Conchas de Sururu	36,01	33,14	23,73
Farinha de Conchas de Maçunim	35,33	32,46	19,97
Farinha de Conchas de Ostras	34,93	31,31	23,81

¹Autor (2018)

²LANA (2017)

Verifica-se então que o conteúdo de cálcio digestível verdadeiro das fontes de cálcio estudadas é semelhante ao conteúdo total, na fase inicial. Mostrando que nessa fase o conteúdo de cálcio das fontes foi bem aproveitado pelas aves. Já na fase final, o conteúdo de cálcio digestível das fontes apresenta certa variação, onde o calcário calcítico apresentou a maior porcentagem de cálcio digestível (27,38%), seguido pela farinha de conchas de ostras e farinha de conchas de sururu, que apresentaram 23,81% e 23,73%, respectivamente.

O carbonato de cálcio que apresentava o maior conteúdo de cálcio total (38%) apresentou um teor de cálcio digestível de apenas 22,82%, na fase final de criação das codornas. A farinha de conchas de maçunim apresentou o menor conteúdo de cálcio digestível (19,97%) na fase final de criação.

3.4 CONCLUSÃO

Os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do cálcio da farinha de conchas de sururu, de maçunim e de ostra, para codornas de corte, no período de 14 a 17 dias de idade, foram respectivamente: 91,85 e 92,04%; 91,71% e 91,90%; e 89,39% e 89,63%.

No período de 28 a 31 dias de idade, os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro do cálcio da farinha de conchas de sururu, de maçunim e de ostra, para codornas de corte foram: 65,35 e 65,92%; 55,82% e 56,53%; e 67,64% e 68,17%, respectivamente. Os valores médios da biodisponibilidade relativa estimados por meio dos coeficientes de digestibilidade da farinha de conchas de sururu, de maçunim e de ostras foram respectivamente: 105,80%; 97,80%; e 106,35%. Neste contexto, as farinhas de conchas de sururu, de maçunim e de ostras podem ser utilizadas como fonte de cálcio nas formulações de rações para as aves.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L. et al. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinária Brasileira**. Mossoró, v.2, n.3, p.53-60, 2008.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA – MG, 2012. 255p.

COSTA, F. G. P.; BRANDÃO, P. A.; SILVA, J. H. V.; et al. Exigências de cálcio para codornas japonesas fêmeas de um a 35 dias de idade. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.1, p. 7-12, 2009.

FERREIRA, D.F. Sisvar – sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

GOMES, P. C.; RUNHO, R. C.; D'AGOSTINI, P.; et al. Exigência de Fósforo Disponível para Frangos de Corte Machos e Fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1734-1746, 2004.

GUÉGUEN, L.; POINTILART, D. V. M. The bioavailability of dietary calcium. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, n.2, p.119S-136S, 2000.

LANA, G.R.Q. **Fontes de cálcio da região costeira de Alagoas em dietas para frangos de corte**. 130p. Tese (Concurso Docente Titular) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Zootecnia. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2017.

MELO, T. V.; MENDONÇA, P. P.; MOURA, A. M. A. et al. Solubilidad in vitro de algunas fuentes de cálcio utilizadas em alimentacion animal. **Archivos de Zootecnia**, v.55, p. 297-300, 2006.

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.

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

SALGUERO CRUZ, S. C. **Digestibilidade do cálcio de alimentos avaliada em frangos de corte e em suínos com diferentes métodos**. 70p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção de Monogástricos) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.

SANTANA, A. L. A. **Digestibilidade do cálcio de fontes minerais avaliadas em suínos**. 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2013.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e europeias**. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p.

SOUZA, M.S.; TINÔCO, I.F.F.; BARRETO, S.L.T. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.15, n.2, p.350-360, 2014.

WILLIAMS, B.; WADDINGTON, D.; SOLOMON, S. et al. Dietary effects of bone quality and turnover, and Ca and P metabolism in chickens. **Res. Vet. Science**, v.69, p. 81-87, 2000.

4. BIODISPONIBILIDADE DE DIFERENTES FONTES DE CÁLCIO PARA CODORNAS DE CORTE

RESUMO

Para determinar a biodisponibilidade relativa do cálcio em diferentes fontes de cálcio para codornas de corte, foi realizado um ensaio de crescimento, onde foram utilizadas 288 codornas, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos, quatro repetições e oito aves por unidade experimental, alojadas do oitavo ao 21º dia em gaiolas. Os tratamentos foram constituídos de uma dieta basal com baixo nível de cálcio (0,166%), sendo a mesma sem suplementação de cálcio e a mesma com suplementação de dois níveis de cálcio (0,342% e 0,684%) provenientes do carbonato de cálcio, farinha de conchas de sururu, farinha de conchas de maçunim e farinha de conchas de ostras. As variáveis analisadas para estimar a biodisponibilidade relativa do cálcio foram: ganho de peso (g/ave), consumo de ração (g/ave), conversão alimentar, resistência óssea a flexão e os teores de cinzas ósseas a partir do uso dos métodos *Slope Ratio* (regressão linear múltipla) e método da curva padrão. A farinha de conchas de maçunim apresentou a maior biodisponibilidade relativa do cálcio (126,87%), seguida pela farinha de conchas de sururu (126,20%) e pela farinha de conchas de ostras (123,98%), quando se considerou a média dos dois métodos utilizados.

Palavras-chave: codornas europeias, farinhas de conchas de sururu, maçunim e de ostras, fontes orgânicas de cálcio

BIOAVAILABILITY OF DIFFERENTS CALCIUM SOURCES FOR QUAIL TYPE MEAT

ABSTRACT

To determine the relative bioavailability of calcium in different sources of calcium for cut quails, a growth assay was performed. Where 288 quails, unsexed, were distributed in a completely randomized design, with nine treatments, four replicates and eight birds per experimental unit housed from eighth to 21^o days in cages. The treatments consisted of a basal diet with a low level of calcium (0.166%), being the same without calcium supplementation and the same with supplementation of two levels of calcium (0.342% and 0.684%) from calcium carbonate, flour of sururu shells, flour of maçunim shells and flour of oyster shells. The variables analyzed to estimate the relative bioavailability of calcium were: weight gain (g / bird), feed intake (g / bird), feed conversion, resistance to bone flexion and bone ash contents using the Slope Ratio (multiple linear regression) method and standard curve method. The flour of shells of maçunim showed the highest relative bioavailability of calcium (126.87%), followed by flour from sururu shells (126.20%) and flour of shells of oyster (123.98%), when considered the average two methods used.

Keywords: European quails, flour os shells of sururu, maçunim and oysters, organic sources of calcium

4.1 INTRODUÇÃO

Dentre os minerais, o cálcio se destaca, uma vez que este é fundamental para a formação da estrutura óssea bem como para o metabolismo corporal. De modo que, segundo Muniz et al. (2007) uma suplementação mineral inadequada durante a fase de crescimento terá como consequência um desequilíbrio na homeostase mineral e desenvolvimento inapropriado dos ossos das aves.

Existe uma grande variação na biodisponibilidade do cálcio nos alimentos, e segundo Muniz et al. (2007) isso se deve, principalmente, a composição química e associação física do cálcio com outros componentes, onde em alguns casos tem-se a formação de compostos de baixa solubilidade e biodisponibilidade.

A biodisponibilidade, além da digestibilidade e absorção, envolve o metabolismo e utilização do nutriente, ou seja, refere-se à utilização efetiva dos componentes absorvidos. Onde a biodisponibilidade dos minerais é determinada em ensaios de crescimento, por meio de parâmetros de desempenho e parâmetros ósseos (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

De modo que, nos últimos anos tem sido crescente o interesse pela utilização de fontes renováveis de disponibilidade regional afim de substituir fontes tradicionais utilizadas na alimentação animal. Em se tratando da suplementação de cálcio, surgem as farinhas de conchas de sururu, maçunim e ostras como possíveis substitutas das fontes tradicionais utilizadas, uma vez que estas fontes são abundantes na região costeira de Alagoas.

Na literatura, são escassas as informações sobre a biodisponibilidade de fontes de cálcio para codornas de corte. No entanto, devido a demanda de cálcio por essas aves, torna-se importante o conhecimento dessas fontes orgânicas.

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi determinar a biodisponibilidade relativa do cálcio em fontes orgânicas de cálcio, sendo elas farinha de conchas de sururu, farinha de conchas de maçunim e farinha de conchas de ostras, nas rações para codornas de corte.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos deste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no uso de animais da UFAL, sob número de protocolo 66/2017.

O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizado na BR 104, Norte, km 85, Rio Largo – AL, região da Zona da Mata de Alagoas.

Foram utilizadas 288 codornas, não sexadas, com oito dias de vida da espécie europeia (*Coturnix coturnix*), que foram pesadas e de acordo com o peso médio distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos, quatro repetições e oito aves por unidade experimental, totalizando 36 unidades experimentais.

As aves foram alojadas em gaiolas no sistema baterias, constituídas por comedouro tipo calha, bebedouro tipo sifão e bandejas coletoras de excretas. As gaiolas foram instaladas em um galpão de alvenaria fechado, com piso de cerâmica, coberto com laje e telhas de cimento amianto, contendo janelas e equipamento de ar condicionado, onde as aves permaneceram até os 21 dias de idade.

O controle térmico dos animais foi realizado por meio de lâmpadas incandescentes de 40 a 60 watts colocadas em cada gaiola de modo a buscar o conforto térmico das aves, quando necessário foi utilizado aparelho de ar condicionado para promover o bem-estar das codornas.

O monitoramento da temperatura do ar e umidade relativa foi realizado duas vezes ao dia, às 8:00 e às 14:00 horas, com o auxílio de termômetro digital de máxima e mínima, termo higrômetro e termômetro de globo negro. O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = 0,72 (Tgn + Tbu) + 40,6$$

Onde:

Tgn = Temperatura de globo negro;

Tbu = Temperatura de bulbo úmido.

A dieta basal foi constituída de milho e farelo de soja, suplementada com vitaminas e minerais e aminoácidos sintéticos, atendendo as exigências nutricionais preconizadas por Silva; Costa (2009) para codornas de corte de 1 a

21 dias de idade, excetuando o cálcio, o qual permaneceu deficiente no nível de 0,166% (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal da ração basal

Ingredientes	Quantidade (%)
Milho	46,132
Farelo de Soja (45%)	46,133
Óleo de Soja	3,033
Inerte (Areia lavada)	2,500
Fosfato Monoamônio	1,021
Sal comum	0,393
DL-Metionina	0,226
L-Treonina	0,221
L-Lisina	0,1417
Suplemento Vitamínico ¹	0,100
Suplemento Mineral ²	0,050
Bacitracina de Zinco	0,050
Total	100,000

Nutrientes	Composição Calculada
Arginina dig aves (%)	1,593
Cálcio (%)	0,166
Cloro (%)	0,677
EM AVES (kcal/Kg)	2900,000
Fenil + tir dig aves (%)	2,000
Fenil dig aves (%)	1,132
Fósforo disponível (%)	0,380
Histidina dig aves (%)	0,596
Isoleucina dig aves (%)	0,984
Leucina dig aves (%)	1,868
Lisina dig aves (%)	1,370
Magnésio (%)	0,148
Met cist dig aves (%)	0,878
Metionina dig aves (%)	0,550
Potássio (%)	0,993
Proteína bruta (%)	25,000
Sódio (%)	0,170
Treonina dig aves (%)	1,040
Triptofano dig aves (%)	0,291

¹Composição por kg de produto premix vitamínico: Vitamina A 10.000.000 UI; Vitamina D3 2.000.000 UI; Vitamina E 30.000 mg/kg; Vitamina K 2.880 mg/kg; Tiamina (B1) 3.500 mg/kg; Riboflavina (B2) 9.600 mg/kg; Piridoxina (B6) 5.000 mg/kg; Cianocobalamina (B12) 19.200 mcg/kg; Ácido Fólico 1.600 mg/kg; Ácido Pantotênico 25.000 mg/kg; Niacina 67.200 mg/kg; Biotina 80.000 mcg/kg; Selênio 600 ppm;

²Composição por kg de produto premix mineral: Manganês 150.000 ppm; Zinco 140.000 ppm; Ferro 100.000 ppm; Cobre 16.000 ppm; Iodo 1.500 ppm;

Os tratamentos foram constituídos de uma dieta basal com baixo nível de cálcio (0,166%), sendo a mesma sem suplementação de cálcio e a mesma com suplementação de dois níveis de cálcio (0,342% e 0,684%) provenientes do carbonato de cálcio, farinha de conchas de sururu, farinha de conchas de maçunim e farinha de conchas de ostras.

Na tabela 2 são apresentados os valores percentuais de substituição da ração contendo baixo cálcio pelas respectivas fontes de cálcio das rações experimentais.

Tabela 2. Percentagem de substituição do conteúdo inerte da ração basal pelas fontes de cálcio e conteúdo de cálcio total das rações experimentais¹

Tratamentos	Composição	Nível de cálcio (%)	Subst. do alimento	Cálcio dieta experimental
T1	Ração Basal	0,166	0,000	0,166
T2	RB + carbonato de cálcio	0,342	0,900	0,508
T3	RB + carbonato de cálcio	0,684	1,800	0,850
T4	RB + farinha de sururu	0,342	0,950	0,508
T5	RB + farinha de sururu	0,684	1,900	0,850
T6	RB + farinha de maçunim	0,342	0,990	0,508
T7	RB + farinha de maçunim	0,684	1,940	0,850
T8	RB + farinha de ostra	0,342	0,990	0,508
T9	RB + farinha de ostra	0,684	1,960	0,850

¹Autor (2018)

As variáveis analisadas foram: ganho de peso (g/ave), consumo de ração (g/ave), conversão alimentar, resistência óssea a flexão (kgf) e os teores de cinzas ósseas (%). As aves e as rações foram pesadas no início e no final do período experimental para cálculo de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Para determinação dos parâmetros ósseos, aos 21 dias de idade duas aves de peso médio de cada unidade experimental foram identificadas, insensibilizadas por eletronarcolese, seguido de sangria, para a obtenção das tíbias esquerda e direita.

Após a sangria, as tíbias de cada ave foram cuidadosamente retiradas com auxílio de tesoura e bisturi. Para finalizar a desossa, sem causar injúrias nas mesmas, as tíbias foram mergulhadas em água fervente por 10 min e em seguida procedeu-se a retirada das cartilagens e resquícios cárneos, conforme metodologia descrita por Bruno (2002).

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

Os ossos foram colocados na posição horizontal sobre dois suportes e uma pressão foi aplicada no centro dos mesmos a uma velocidade constante de 10mm/min. A distância entre os dois suportes foi de 50 mm considerando como resistência à flexão a quantidade máxima de força (kgf) aplicada nos ossos no momento da ruptura.

As tíbias esquerdas das aves foram utilizadas para a determinação dos teores de cinzas. Os ossos foram desengordurados utilizando éter de petróleo em aparelho Soxhlet a uma temperatura de 40 a 60°C durante 8 horas. Em seguida foram trituradas em almofariz de porcelana, transferidas para cadinhos de porcelana de 50 ml e secos em estufa 105°C por 24 horas para determinação de matéria seca dos ossos desengordurados. Após este procedimento, os cadinhos foram colocados em mufla a 600°C por 4 horas para a determinação dos teores de cinzas. Os resultados foram expressos em porcentagem de cinzas em relação ao peso do osso seco e desengordurado.

A biodisponibilidade do cálcio das fontes em estudo foi determinada por meio de dois métodos: método da curva padrão e método *Slope Ratio*, descrito por Sakomura; Rostagno (2007).

Método *Slope Ratio*: Os dados foram ajustados pelo modelo matemático de equações de regressão linear múltipla que foram determinadas, considerando-se o consumo de cálcio da dieta basal (X_b) e do carbonato de cálcio (X_p), farinha de sururu (X), farinha de maçunim (X) e farinha de ostras (X) e as respostas segundo o modelo: $Y = a + b_b X_b + b_p X_p + b_t X_t$.

A biodisponibilidade relativa do cálcio (BDCa) foi calculada pela relação dos coeficientes de regressão (b), considerando-se o b da fonte padrão (carbonato de cálcio) equivalente a 100%: $BDCa = b_t/b_p \times 100$.

Método da curva padrão: nas análises de dados foi elaborada uma reta padrão, onde a equação linear foi determinada com base nos dados de consumo do cálcio proveniente da dieta padrão (X) e as variáveis dependentes Y (GP, CA, CO e ROF). A reta padrão ($Y = a + bx$) obtida foi usada para estimar a

biodisponibilidade para uma determinada resposta, a partir do valor (Y) do parâmetro medido da fonte teste (farinha de conchas de sururu, de maçonim e de ostra). Calculou-se também a quantidade correspondente de nutriente da fonte padrão (carbonato de cálcio). A relação entre os dois valores (farinha de conchas de sururu, ou de maçonim ou de ostra com o carbonato de cálcio) forneceu a biodisponibilidade comparativa do nutriente na respectiva fonte teste (farinha de conchas de sururu, de maçonim e de ostra).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional SISVAR (versão 5.6 – UFLA). As médias que apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) foram comparadas pelo teste de Tukey.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados foram obtidos em condições ambientais de temperatura máxima e mínima de 31,06 e 27,37°C, respectivamente, umidade relativa de 78% e ITGU de 79,63.

Na tabela 3 estão apresentados os dados de desempenho produtivo e parâmetros ósseos de codornas de corte alimentadas com diferentes fontes de cálcio, no período de 8 a 21 dias.

Tabela 3. Desempenho produtivo e parâmetros ósseos de codornas de corte alimentadas com diferentes fontes de cálcio, no período de 8 a 21 dias¹

Dieta	Nível de cálcio (%)	Consumo de cálcio (g)			Desempenho Produtivo 8 a 21 dias			Parâmetros Ósseos	
		Dieta basal	Ca da Fonte	Ca Total	CR	GP	CA	CO ² (%)	ROF ³ (kgf)
Basal	0,166	0,312	0,000	0,312	188,01 ^b	76,30 ^b	2,46 ^a	28,61 ^b	1,23 ^a
CaCO ₃	0,342	0,403	0,831	1,235	243,06 ^{aA}	114,15 ^{aB}	2,13 ^{bA}	39,30 ^{aB}	2,87 ^{bcB}
	0,684	0,405	1,668	2,072	243,81 ^{aA}	119,81 ^{aA}	2,04 ^{bB}	43,25 ^{aA}	4,49 ^{eA}
F ^a Sururu	0,342	0,394	0,81	1,205	236,93 ^{aA}	111,94 ^{aA}	2,12 ^{bA}	40,49 ^{aB}	3,77 ^{deB}
	0,684	0,402	1,625	2,027	237,55 ^{aA}	117,03 ^{aA}	2,03 ^{bA}	44,13 ^{aA}	5,37 ^{fA}
F ^a Maçunim	0,342	0,393	0,828	1,221	242,15 ^{aA}	116,93 ^{aA}	2,07 ^{bA}	42,00 ^{aA}	3,72 ^{deA}
	0,684	0,393	1,621	2,014	236,94 ^{aA}	117,37 ^{aA}	2,02 ^{bA}	43,01 ^{aA}	3,86 ^{deA}
F ^a Ostras	0,342	0,398	0,82	1,218	239,75 ^{aA}	115,56 ^{aA}	2,08 ^{bA}	41,30 ^{aA}	3,54 ^{cdA}
	0,684	0,399	1,644	2,043	240,31 ^{aA}	117,81 ^{aA}	2,04 ^{bA}	44,25 ^{aA}	3,70 ^{deA}
EPM					4,86	2,21	0,04	1,87	0,18

¹Autor (2018)

Média seguidas por letras diferentes minúsculas na mesma coluna diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas na mesma fonte e variável diferem entre si (P<0,05).

²Teor de cinzas ósseas. ³Resistência óssea à flexão.

EPM – Erro Padrão da Média.

Para consumo de ração não foram observadas diferenças significativas (P>0,05) entre as fontes de cálcio e os respectivos níveis. No entanto, o consumo de ração das aves que consumiram a ração basal (0,166% de cálcio) diferiu significativamente (P<0,05) dos demais tratamentos (Tabela 3), onde foi verificado o menor consumo de ração. Conforme Elaroussi et al. (1994) aves em crescimento, quando consomem dietas com deficiência de cálcio apresentam redução no consumo de ração.

Os dados de consumo de ração encontrados corroboram com os achados por CARLOS et al. (2011) que também não observaram diferenças significativas no consumo de ração de frangos de corte (1-21 dias) que consumiram algas calcárias em substituição ao calcário calcítico.

Para ganho de peso, além da diferença significativa ($P < 0,05$) entre a dieta basal e os demais dietas, foi observada diferença ($P < 0,05$) para as aves que receberam o carbonato de cálcio como fonte de cálcio entre os dois níveis de suplementação, onde o nível de 0,684% de cálcio proporcionou maior ganho de peso (119,81g) que o nível de 0,342% de cálcio, onde o ganho de peso foi de 114,15g.

O mesmo foi observado para a variável conversão alimentar, onde houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os dois níveis da fonte carbonato de cálcio, sendo os valores de conversão alimentar 2,13 e 2,04, para os níveis 0,342% e 0,684%, respectivamente. Isso podendo ser explicado, uma vez que o consumo de ração dessas aves foi semelhante, no entanto o ganho de peso foi maior para as aves que receberam um maior nível de cálcio o que conseqüentemente possibilitou uma menor conversação alimentar.

Esses resultados diferem dos encontrados por POPE et al. (2002) que constataram maior ganho de peso e melhora na conversão alimentar de frangos de corte alimentados com *Lithothamnium calcareum*.

Os teores de cinzas ósseas diferiram significativamente ($P < 0,05$) entre a ração basal e as demais dietas experimentais, sendo a dieta basal (com baixo cálcio) o tratamento que proporcionou uma menor deposição de cinzas ósseas (28,61%). Para as aves que consumiram o carbonato de cálcio, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os dois níveis de cálcio, onde os valores obtidos foram de 39,30% e 43,25%, para os níveis 0,342% e 0,684%, respectivamente.

Foi observado também, diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os dois níveis de cálcio, para as aves que consumiram a farinha de conchas de sururu, de modo que houve um aumento no teor de cinzas ósseas de 40,49% para 44,13%, quando se aumentou o teor de cálcio da dieta.

No entanto, os teores de cinzas ósseas não diferiram ($P > 0,05$) entre as fontes de cálcio avaliadas, e da mesma forma, CARLOS et al. (2011) não

observaram efeito nos teores de cinzas ósseas para aves que consumiram a alga calcária em substituição ao calcário calcítico.

Com relação a resistência óssea a flexão foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as dietas experimentais, onde a maior resistência foi obtida pelas aves que consumiram dietas contendo 0,684% de cálcio da farinha de concha de sururu (5,37 kgf), diferindo significativamente das demais. As aves que consumiram o carbonato de cálcio no nível de 0,342% de cálcio, apresentaram a menor resistência.

Observando as fontes com seus respectivos níveis, constatou-se que as aves que consumiram carbonato de cálcio e farinha de conchas de sururu, obtiveram uma maior resistência óssea a flexão quando se aumentou o nível de suplementação de cálcio destas fontes nas dietas.

Na tabela 4 encontram-se os valores da biodisponibilidade relativa de cálcio das fontes estudadas, estimados a partir das variáveis de desempenho e parâmetros ósseos, obtidas pelo método *Slope Ratio* (Regressão linear múltipla).

Tabela 4. Biodisponibilidade relativa do cálcio de diferentes fontes de cálcio, obtidas pelo método *Slope Ratio* (Regressão Linear Múltipla), utilizando as variáveis de desempenho produtivo e parâmetros ósseos¹

Variáveis	Biodisponibilidade relativa de cálcio (%)			
	Carbonato de Cálcio ¹	F ^a de sururu	F ^a de maçunim	F ^a de ostras
Ganho de peso (g)	100	71,51	95,99	91,57
Conversão alimentar	100	112,26	144,23	121,33
Cinzas ósseas (%)	100	125,87	121,34	132,75
Resistência a Flexão (kgf)	100	167,09	93,21	79,25
Média	100	119,18	113,69	106,22

¹Autor (2018)

²Atribuiu-se ao carbonato de cálcio o valor de 100% de biodisponibilidade de cálcio para o modelo utilizado.

$$GP = 109,716 - 106,240X_1 + 5,907X_2 + 4,224X_3 + 5,670X_4 + 5,409X_5 \quad (R^2=0,94)$$

$$CA = 2,14330 + 1,05636X_1 - 0,05442X_2 - 0,06109X_3 - 0,07849X_4 - 0,06603X_5 \quad (R^2 = 0,83)$$

$$CO = 37,619 - 28,627X_1 + 3,102X_2 + 3,905X_3 + 3,764X_4 + 4,118X_5 \quad (R^2 = 0,87)$$

$$ROF = 2,5394 - 4,1263X_1 + 1,0186X_2 + 1,7020X_3 + 0,9494X_4 + 0,8773X_5 \quad (R^2 = 0,88)$$

em que:

X₁= Consumo de cálcio da dieta basal.

X₂= Consumo de cálcio do carbonato de cálcio.

X₃= Consumo de cálcio da farinha de conchas de sururu.

X₄= Consumo de cálcio da farinha de conchas de maçunim.

X₅= Consumo de cálcio da farinha de conchas de ostras.

Para ganho de peso, dentre as fontes avaliadas, foi observado maior valor de biodisponibilidade relativa para farinha de conchas de maçunim, com valor de

95,99%, seguido pela farinha de conchas de ostras (91,57%) e farinha de conchas de sururu (71,51%). Para a conversão alimentar, os valores encontrados para a biodisponibilidade relativa foram: 144,23%, 121,33% e 112,56% para a farinha de concha de maçunim, de ostras e de sururu, respectivamente.

Para biodisponibilidade relativa do cálcio nas cinzas ósseas, observou-se valores superiores para as fontes estudadas quando comparadas a fonte padrão, sendo 132,75%, 125,87% e 121,34%, para as farinhas de conchas de ostras, de sururu e de maçunim, respectivamente.

Para resistência óssea a flexão, a farinha de concha de maçunim e a farinha de conchas de ostras (93,21% e 79,25%, respectivamente) foram inferiores a fonte padrão. Sendo a maior biodisponibilidade relativa do cálcio obtida com a farinha de conchas de sururu, cujo valor foi de 167,09%.

Os valores médios da biodisponibilidade relativa do cálcio, considerando-se todas as variáveis analisadas foram de 119,18% para farinha de conchas de sururu, 113,69% para farinha de concha de maçunim e 106,22% para farinha de conchas de ostra. Estes valores são semelhantes aos encontrados por Lana (2017), que avaliando fontes orgânicas de cálcio para frangos de corte, obteve valores de 106,94% para a farinha de conchas de sururu, 101,27% para farinha de conchas de maçunim e 91,11% para farinha de conchas de ostra.

Na tabela 5 encontram-se os valores da biodisponibilidade relativa de cálcio das fontes estudadas, estimados a partir das variáveis de desempenho e parâmetros ósseos, obtidas pelo método da Curva Padrão.

Tabela 5. Biodisponibilidade relativa do cálcio de diferentes fontes de cálcio, obtidas pelo método da Curva Padrão utilizando as variáveis de desempenho produtivo e parâmetros ósseos

Variáveis	Biodisponibilidade relativa de cálcio (%)			
	Carbonato de Cálcio ¹	F ^a de sururu	F ^a de maçunim	F ^a de ostras
Ganho de peso (g)	100	88,51	127,59	120,78
Conversão alimentar	100	135,25	161,43	178,39
Cinzas ósseas (%)	100	147,08	151,25	157,02
Resistência a Flexão (kgf)	100	162,04	119,92	110,74
Média	100	133,22	140,05	141,73

¹Autor (2018)

²Atribuiu-se ao carbonato de cálcio o valor de 100% de biodisponibilidade de cálcio para o modelo utilizado.

Equações de regressão para a fonte padrão (Carbonato de Cálcio)

GP= $108,449 + 6,819X_1$ ($R^2 = 0,62$)

CA= $2,2270 - 0,1146X_1$ ($R^2 = 0,55$)

CO= $35,428 + 4,679X_1$ ($R^2 = 0,53$)

ROF= $1,569 + 1,852X_1$ ($R^2 = 0,61$)

Os valores de biodisponibilidade relativa do cálcio obtidos pelo método da curva padrão, para todas as variáveis e fontes avaliadas foram superiores a fonte padrão, exceto para o ganho de peso das aves alimentadas com a farinha de conchas de sururu, cujo valor obtido foi de 88,51%.

A farinha de conchas de sururu, de maçunim e de ostras apresentaram valores médios de biodisponibilidade relativa do cálcio de 133,22%, 140,05% e 141,73%, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Muniz et al. (2007) que, avaliando fontes de cálcio para frangos de corte, verificaram maior biodisponibilidade relativa do carboquelato de cálcio e calcário A (121% e 103%, respectivamente) quando comparados com a fonte padrão CaCO_3 .

Na tabela 6 estão presentes as médias dos valores de biodisponibilidade relativa do cálcio das farinhas de conchas de sururu, de maçunim e de ostras, obtidas por intermédio do método da curva padrão e do *Slope Ratio* (Regressão Linear Múltipla) utilizando as variáveis de desempenho produtivo e de parâmetros ósseos.

Tabela 6. Médias dos valores de biodisponibilidade relativa do cálcio obtidas por intermédio do método da curva padrão e do *Slope Ratio* (Regressão Linear Múltipla) utilizando as variáveis de desempenho produtivo e de parâmetros ósseos¹

Variáveis	Biodisponibilidade do Cálcio (%)			
	Carbonato de Cálcio	F ^a de sururu	F ^a de maçunim	F ^a de ostras
<i>Slope Ratio</i> (RLM)	100	119,18	113,69	106,22
Curva Padrão	100	133,22	140,05	141,73
Média	100	126,20	126,87	123,98

¹Autor (2018)

Fazendo a comparação entre os dois métodos utilizados, temos que para todas as fontes avaliadas, a maior biodisponibilidade relativa do cálcio foi obtida com o uso do método da curva padrão. No entanto, o método que mais se ajustou foi o *Slope Ratio*, a partir da regressão linear múltipla (RLM), uma vez que este

apresentou maiores coeficientes de determinação (R^2), conforme apresentados nas equações de cada método.

A farinha de conchas de maçunim apresentou a maior biodisponibilidade relativa do cálcio (126,87%), seguida pela farinha de conchas de sururu (126,20%) e pela farinha de conchas de ostras (123,98%), quando se considerou a média dos dois modelos utilizados.

4.4 CONCLUSÃO

Considerando todas as variáveis analisadas, a biodisponibilidade relativa do cálcio na farinha de conchas de sururu, de maçunim e de ostras, obtidos a partir do método *Slope Ratio* foram 119,18%, 113,69% e 106,22%, respectivamente.

Para o método da curva padrão, a biodisponibilidade relativa do cálcio da farinha de conchas de sururu, de maçunim e de ostras foram 133,22%, 140,05% e 141,73%, respectivamente.

A biodisponibilidade relativa do cálcio na farinha de conchas de sururu, farinha de conchas de maçunim e farinha de conchas de ostras foram superiores a 100%, ou seja, maior que a da fonte padrão, considerando a média dos métodos *Slope Ratio* e curva padrão.

REFERÊNCIAS

BRUNO, L.D.G. **Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente.** 72p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal, 2002.

BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineering**, v. 24, p. 711-714, 1981.

CARLOS, A.C. et al. Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Ciência Agrotecnológica**, v.35, n.4, p. 833-839, 2011.

ELAROSSI, M.A.; FORTE, L.R.; EBER, S.L. et al. Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. **Poultry Science**, v.73, p.1581-1589, 1994.

FERREIRA, D.F. *Sisvar – sistema de análise de variância para dados balanceados.* Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

LANA, G.R.Q. **Fontes de cálcio da região costeira de Alagoas em dietas para frangos de corte.** 130p. Tese (Concurso Docente Titular) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Zootecnia. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2017.

MUNIZ, B. E.; ARRUDA, A. M. V.; FASSANI, E. J. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Revista Caatinga**, vol. 20, núm. 1, janeiro - março, 2007, pp. 5-14.

POPE, H.R.; OWENS, C.M.; CAVITT, L.C. et al., Efficacy of marigro insupporting growth, carcass yield and meat quality of broilers. 91 st Annual Meeting Abstracts. **The Southern Poultry Science Society**, Poscal 80 (Suppl. 1). p.25, 2002.

SAKOMURA, N.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. 238p.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e europeias.** 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p.