



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

ANTONIA RENATA LIMA CORRÊA

**L-PIDOLATO DE CÁLCIO E REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO PARA
REPRODUTORAS DE CODORNAS DE CORTE**

FORTALEZA

2022

ANTONIA RENATA LIMA CORRÊA

L-PIDOLATO DE CÁLCIO E REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO PARA
REPRODUTORAS DE CODORNAS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Prof. Dr. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C84l Corrêa, Antonia Renata Lima.
L-pidolato de cálcio e redução da proteína bruta da ração para reprodutoras de codornas de corte / Antonia Renata Lima Corrêa. – 2022.
48 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

1. Codornas reprodutoras. 2. Pidolato. 3. Qualidade de ovos. 4. Desempenho. I. Título.

CDD 636.08

ANTONIA RENATA LIMA CORRÊA

L-PIDOLATO DE CÁLCIO E REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO PARA
REPRODUTORAS DE CODORNAS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Zootecnia.

Aprovada em: 31/08/2022.

BANCA EXAMINADORA

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

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

Prof.^a. Dra. Silvana Cavalcante Bastos Leite
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Prof. Dr. Thalles Ribeiro Gomes
Universidade Federal de Roraima (UFRR)

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pela presença constante em meu caminhar.

Ao meus pais, Aldeni Lima Corrêa e Antônio Corrêa Costa Filho, por tanto carinho e amor, pelos valores e princípios ensinados durante toda a vida, além do apoio incondicional, mesmo quando não compreendem minhas escolhas.

Às minhas irmãs, Raquel Lima Corrêa e Rebeca Lima Corrêa, pelo incentivo constante durante toda minha formação. Gratidão especial a Raquel, que proporcionou amparo em momento crucial desta jornada.

Ao meu esposo e parceiro de vida, Iago Cavalcante que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis dessa trajetória, além de sempre me incentivar, apoiar e cuidar.

Ao professor e orientador, Ednardo Rodrigues Freitas, exemplo de dedicação à pesquisa científica na avicultura, pela paciência e ensinamentos partilhados durante esse período, no qual sempre esteve disponível para sanar dúvidas. Gratidão pela confiança no meu trabalho.

Ao Coorientador Rafael Carlos Nepomuceno pelo apoio constante e paciência, pela disponibilidade para sanar dúvidas e por toda a colaboração durante esse período.

Ao corpo docente do departamento de Zootecnia da UFC por tantos conhecimentos partilhados, pela dedicação e disponibilidade, mesmo em tempos de pandemia.

Aos membros da banca de avaliação, que tão prontamente aceitaram o convite e manifestaram disponibilidade em colaborar e contribuir com o trabalho.

Aos colegas da pós-graduação, que de forma direta ou indiretamente contribuíram com o desenvolvimento da pesquisa, em especial ao doutorando Ediberg Oliveira que me incentivou desde o início do processo e que sempre esteve disponível a sanar dúvidas.

Ao companheiro de pós-graduação, Rithiele Dantas, pela parceria estabelecida na realização dos trabalhos, amizade e dedicação durante a realização da pesquisa.

Ao grupo de bolsistas do setor, que tão prontamente ajudaram nas atividades diárias da pesquisa, em especial, Ester, Miguel, Ítalo, Ingrid, Cirliane, Glasielle, Gabriel e Breno. Além dos servidores e funcionários do setor, Isaías, Diego e Osmanir que deram suporte em diversas atividades.

Aos amigos e amigas, Danielle Coutinho, Carolina Sampaio, José Neto, Vladimir

Oliveira e Fernando Felipe e Lucas Guedes que de alguma forma contribuíram para a conclusão desse desafio, e em especial a amiga Adália Lopes que estive ao meu lado, não permitindo que eu desistisse nos momentos mais difíceis, me incentivando e partilhando conhecimentos científicos. Eterna gratidão.

À Universidade Federal do Ceará e à Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação pela oportunidade de realização do curso, aos demais professores, funcionários e colegas que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo durante o período cursado.

À empresa UNQUÍMICA Ltda pela doação do ingrediente utilizado nas rações.

RESUMO

Objetivou-se nesse estudo avaliar os efeitos da inclusão do L-Pidolato de Cálcio (LPCa) e da redução no teor de proteína bruta (PB) na ração de duas linhagens de codornas reprodutoras de corte em idade avançada. Foram utilizadas 360 fêmeas e 120 machos, com 28 semanas de idade, das linhagens Fujikura (L1) e UFC (L2) distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 linhagens x 2 níveis de PB x 3 níveis de LPCa), totalizando 12 tratamentos, com 5 repetições de 8 aves, sendo esta constituída de seis fêmeas e dois machos. Os tratamentos aplicados foram: T1 – ração sem adição de LPCa e 22% PB (Controle); T2 – ração com adição de 0,015% de LPCa e 22% PB normal; T3 – ração com 0,030% de LPCa e 22% PB; T4 – ração sem adição de LPCa e 19,8% PB; T5 – ração com 0,015% de LPCa e redução de 10% na PB; T6 – ração com 0,030% de LPCa e 19,8% PB. O período experimental foi de 126 dias e foram avaliados parâmetros de desempenho das matrizes, qualidade dos ovos, parâmetros de incubação e o desempenho da progênie. Não houve interação significativa dos fatores estudados sobre as variáveis avaliadas. As linhagens diferiram apenas para densidade específica dos ovos, com maior valor para os ovos da L1. O nível de PB da ração e adição do L-Pidolato de cálcio influenciaram significativamente a produção de ovos e conversão alimentar, sem alteração de consumo, peso e massa de ovos, na qualidade dos ovos, parâmetros de incubação e desempenho da progênie até 21 dias de idade. Independente da linhagem, a redução da proteína bruta, de 22% para 19,8%, em ração para matrizes de codornas de corte com 2800 kcal de energia metabolizável ou a adição de 0,030% de LPCa contribui para aumentar a produção de ovos codornas reprodutoras.

Palavras-chave: codornas reprodutoras; pidolato; qualidade de ovos; desempenho.

ABSTRACT

The goal of the current project was to study the effects of the Calcium L-Pidolate (CaLP) inclusion and the reduction in crude protein (CP) content in the diet of two lineages of broiler quail breeding at an advanced age. There were 360 females used and 120 males, with 28 weeks of age, half of each of the fujikura lineages (L1) and UFC (L2) lineages integrated into a completely randomized design in a factorial scheme (2 lineages x 2 levels of CP x 3 levels of CaLP), totaling 12 treatments, with 5 repetitions of 8 birds, this being constituted of six females and two males. The treatments applied were: T1 – feeding without addition of CaLP and without reduction of CP (Control); T2 – ration with addition of 0.015% of CaLP and 22% CP; T3 – diet with 0.030% of CaLP and 22% CP; T4 – diet without addition of CaLP and 19,8% CP; T5 – with 0.015% of CaLP and 19,8% CP; T6 – 0.030% of CaLP and 19,8% CP. The experimental period was 126 days and observed breeder performance, egg quality, hatchery parameters and progeny performance. There was no significant interaction of the factors studied on the variables evaluated. The lineages differed only for the specific density of eggs, with a higher value for eggs from L1. The level of CP in the diet and the addition of calcium L-Pidolate significantly influenced egg production and feed conversion, with no change in consumption, egg weight and mass, egg quality, incubation parameters and progeny performance up to 21 days of age. Regardless of the lineage, the reduction of crude protein, from 22% to 19.8%, in feed for broiler quail breeders with 2800 kcal of metabolizable energy or the addition of 0.030% of LPCa contributes to increase the production of breeding quail eggs.

Keywords: breeding quail; pidolate; egg quality; performance.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais utilizadas para reprodutoras de codornas de corte..... 31
- Tabela 2 – Desempenho das reprodutoras de codornas de corte de duas linhagens (LIN) alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) na ração e suplementação de L-pidolato de cálcio (LPCa)..... 36
- Tabela 3 – Qualidade de ovos das reprodutoras de codornas de corte de duas linhagens (LIN) alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e suplementação de L-pidolato de cálcio (LPCa)..... 40
- Tabela 4 – Parâmetros da incubação dos ovos das reprodutoras de codornas de corte de duas linhagens (LIN) alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e suplementação de L-pidolato de cálcio (LPCa)..... 41
- Tabela 5 – Desempenho da progênie oriunda das reprodutoras de codornas de corte de duas linhagens (LIN) alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e suplementação de L-pidolato de cálcio (LPCa)..... 43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Albúmen
ANOVA	Análise de Variância
CA	Conversão alimentar
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CS	Casca
DE	Densidade específica
EC	Espessura de casca
EM	Energia Metabolizável
GE	Gema
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
L1	Linhagem Fujikura
L2	Linhagem UFC
LPCa	L-Pidolato de cálcio
MO	Massa de ovos
PB	Proteína Bruta
PMO	Peso por massa de ovos
SAS	Statistical Analyses System
SNK	Student – Newman – Keuls
UFC	Universidade Federal do Ceará
UH	Unidade Haugh

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Coturnicultura	13
2.2	Proteína bruta da ração na produção de ovos para incubação.....	14
2.3	Proteína bruta na ração de codornas.....	21
2.4	L-Pidolato de Cálcio.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1	Avaliação do desempenho das reprodutoras.....	29
3.2	Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos.....	29
3.3	Parâmetros de incubação.....	30
3.4	Desempenho da progênie.....	31
3.5	Análise estatística dos dados.....	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

A criação de codornas para produção de carne é uma atividade em desenvolvimento, em que fatores como melhoramento genético e desenvolvimento de novas linhagens, nutrição, sanidade, manejo e ambiência têm sido estudados, visando contribuir com a expansão dessa atividade. Nesse cenário, a atenção com as aves reprodutoras é fundamental para geração de novos indivíduos que serão recriados nas granjas até o abate.

Em se tratando de aves reprodutoras, sabe-se que é importante a manutenção de uma relação de qualidade entre a matriz, os ovos férteis produzidos e a progênie gerada para o sucesso do segmento, corte ou postura. Para Nonis e Gous, (2013) a composição do ovo para incubação pode variar de acordo com a linhagem, composição corporal, idade e a nutrição da matriz e, portanto, esses fatores podem influenciar o desempenho da prole. A nutrição da matriz merece atenção, uma vez que a formação dos ovos depende do estado fisiológico e nutricional da fêmea, sendo a transferência de nutrientes para os ovos fundamental para assegurar o desenvolvimento embrionário e, portanto, necessário otimizar a dieta para alcançar a reprodução máxima (VAN EMOUS, 2015).

A alimentação da matriz tem papel efetivo na produção de ovos, sendo os níveis de energia e proteína muito importantes, com atenção em especial para a relação entre energia e proteína da ração (VAN EMOUS, 2015; 2018). Além da produção, a nutrição da fêmea reprodutora pode influenciar no tamanho dos ovos (SHIM *et al.* , 2013 UĞURLU *et al* (2017) Lofti *et al* (2018), na proporção de seus constituintes e, conseqüentemente, nas características dos ovos destinados para incubação (DÄNICKE *et al.* , 2000) e, por isso, também pode influenciar nos resultados do processo de incubação e na qualidade dos pintos ao nascer e seu desempenho na granja (LOFTI *et al.* , 2018).

A importância do nível de PB da ração para o tamanho dos ovos férteis e seus benefícios subsequentes têm levado a preocupações com o nível de PB na ração das reprodutoras. Contudo, embora a melhoria no desempenho produtivo e reprodutivo das matrizes seja uma realidade com o aumento da PB da ração, em algumas situações, o aumento da PB da ração além de elevar o custo da ração pode promover a ingestão excessiva de PB pelas reprodutoras, resultando em queda na produção, fertilidade, eclosão e eclodibilidade (VAN EMOUS, 2018).

As informações sobre os efeitos do nível PB da ração sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de codornas reprodutoras (codornas europeias) ainda são escassas.

Costa e Silva (2009), recomendaram rações com 22% de proteína bruta (PB) e 2.800 kcal de energia metabolizável/kg para codorna europeias na fase de postura. Segundo Lofti et al (2018) para codornas japonesas reprodutoras existe interação significativa entre energia e proteína de ração para as variáveis consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, peso dos ovos, espessura da casca, resistência da casca, índice de albúmen e gema, percentagem de eclosão e peso dos pintos ao nascer e aos 7 e 14 dias de idade. Contudo, o aumento da PB da ração das reprodutoras contribuiu para aumentar a produção de ovos, o peso dos ovos, os índices de albúmen e gema dos ovos, a eclosão, o peso dos pintos ao nascer e ao completar 7 dias de idade. Os piores resultados foram observados com o nível de 18% de PB e não houve diferença significativa entre os níveis de 20 e 22% PB.

A proporção e a qualidade dos constituintes dos ovos podem influenciar no sucesso da incubação e no desempenho da progênie, sendo a casca do ovo de vital importância ao desenvolvimento do embrião durante a incubação, pois exerce proteção contra agentes físicos e microbiológicos, controle das trocas gasosas e do nível de água, além de ser uma fonte de cálcio para o embrião (BARBOSA *et al.* , 2012).

A nutrição das matrizes tem efeito na qualidade da casca dos ovos, atuando de forma direta como a disponibilidade dos minerais, principalmente, cálcio e fósforo ou de forma indireta, modificando o tamanho dos ovos e, conseqüentemente, de seus constituintes (GALEA, 2011). Assim, a alteração dos níveis proteicos da ração das aves pode funcionar como estratégia nutricional para mitigação dos problemas de qualidade de casca, agindo sobre o tamanho dos ovos produzidos (PAVAN, 2005).

A utilização de aditivos que possam influenciar no metabolismo do cálcio também pode ser uma estratégia para melhoria da casca dos ovos, abrandando os efeitos negativos do avanço da idade. Nesse sentido, o pidolato de cálcio vem sendo adicionado na alimentação das poedeiras uma vez que atua como precursor dos aminoácidos arginina e prolina que são essenciais para metabolismo do cálcio (JOSHI et al 2019).

Diante o exposto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar os efeitos da suplementação do L-pidolato de cálcio e da redução da PB na ração de codornas reprodutoras de corte sobre o desempenho, qualidade dos ovos, parâmetros de incubação e desempenho inicial da progênie.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Coturnicultura

A coturnicultura é um segmento importante na avicultura industrial e apresenta características favoráveis como o rápido crescimento, maturidade sexual precoce, alta produtividade e possibilidade de alta densidade de criação (MUNIZ *et al*, 2018). Segundo Bertechini (2010), nos anos 70 e 80, a criação de codornas foi considerada uma atividade rudimentar de subsistência, contudo, ao longo dos anos, o desenvolvimento de novas pesquisas e tecnologias aplicadas a produção transportam essa atividade, outrora considerada de subsistência, a um patamar produtivo e tecnológico com resultados promissores. Assim, as recentes pesquisas em sanidade, nutrição, ambiência e aplicação de tecnologias tem forte contribuição para esse desenvolvimento (MUNIZ *et al*, 2018).

As codornas são pertencentes à família dos Fasianídeos e originárias dos continentes africano, asiático e europeu. No ano de 1910, com a obtenção do cruzamento nomeado pelos japoneses de *Coturnix coturnix japônica*, começou exploração desses animais para produção de carne e ovos. Em 1959 o interesse pelo canto dessas aves motivou imigrantes italianos e japoneses a trazerem codornas para o Brasil, porém apenas em 1963 acontece aumento na demanda dos ovos para consumo (PASTORE, 2012).

A espécie *Coturnix coturnix japônica* foi a mais difundida no Brasil, durante muitos anos, com o objetivo de produção de ovos, principalmente porque são aves de baixo peso e carcaça pequena, porém após o ciclo produtivo, quando abatidas, apresentavam carne fora dos padrões de consumo. Em contrapartida, a produção de codornas de corte no Brasil começou a partir *Coturnix coturnix coturnix*, popularmente conhecida como codorna europeia, que apesar das semelhanças fenotípicas com a primeira, possui maior tamanho corporal, coloração mais viva e temperamento mais calmo, ainda que a idade de maturidade sexual seja a mesma para ambas (REZENDE *et al*. 2004).

A codorna europeia é a linhagem especializada na produção de carne, são aves maiores e, por isso, em relação as codornas japonesas apresentam maior consumo de ração e tamanho dos ovos produzidos, que geralmente são utilizados para geração de novos indivíduos que serão recriados em granjas comerciais até o abate. Apesar das vantagens apresentadas por essa linhagem, a produção de carne de codorna no Brasil é bem menor em relação a produção de ovos e estima-se que a maioria dos estabelecimentos produtivos sejam

de codornas japonesas, produtoras de ovos para consumo (MUNIZ *et al.*, 2018).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o rebanho efetivo de codornas no Brasil é superior a 16 milhões de aves, sendo o Nordeste a região que apresenta o terceiro maior rebanho dentro do país e o Estado do Ceará compondo a quinta posição no ranking entre as federações. Os dados do IBGE apontam que em 2020 o país produziu aproximadamente 3,5 bilhões de unidade de ovos de codorna, sendo Espírito Santo o maior produtor, com uma marca de 74.310 mil dúzias de ovos, enquanto a produção cearense chegou a 17.276 mil dúzias, sendo assim o quinto maior produtor do país. O consumo per capita anual de ovos de codorna em 2020 foi de 17 ovos por habitante, um número baixo em relação aos ovos de galinha, que o brasileiro consumiu em média 251 unidades no mesmo ano (IBGE,2020).

Em contrapartida, a produção de carne de codornas ainda é pouco explorada no Brasil (MUNIZ *et al.* 2018), porém essas aves apresentam carne escura, macia e saborosa, além de muito nutritiva, com presença de minerais como ferro e zinco, vitaminas do complexo B e ácidos graxos (PASTORE, 2012). Rippel *et al.* (2017) realizaram levantamento a fim de determinar o perfil dos consumidores de carne de codorna na cidade de Montes Claros, Minas Gerais. Da amostra de entrevistados, apenas 38,3% já haviam consumido carne de codorna, sendo o principal fator limitante para o consumo a dificuldade de adquirir o produto e dentre as principais características do produto o sabor foi o mais apreciado.

Silva *et al.* (2018) afirmam que a coturnicultura, comparada com avicultura de corte, se apresenta como possibilidade de renda alternativa para agricultura familiar, pois requer pequeno espaço físico, baixo investimento e rápido retorno econômico, além de proporcionar desenvolvimento local e social. Todavia o potencial produtivo das codornas ainda precisa ser explorado, isso porque o mercado de carne precisa ser mais fortalecido, a partir de tecnologias de processamento e abate, além de incentivo ao consumo da carne dessas aves, que ainda precisa ser trabalhado no paladar dos brasileiros (MUNIZ *et al.*, 2018).

2.2 Proteína bruta da ração na produção de ovos para incubação

A composição da dieta das galinhas tem papel efetivo na produção de ovos (KHAJALI *et al.*, 2008; PEREZ-BONILLA *et al.*, 2012). Os níveis de energia e proteína são muito importantes na produção de ovos, com atenção em especial para a relação entre energia e proteína da ração (VAN EMOUS, 2015). Além da produção, a nutrição da fêmea reprodutora pode influenciar no tamanho dos ovos (WHITEHEAD *et al.*, 1991,

ZIMMERMAN 1997; SHIM *et al.*, 2013), na proporção de seus constituintes e, conseqüentemente, nas características dos ovos destinados para incubação (DÄNICKE *et al.*, 2000). Portanto, a otimização da dieta é necessária para alcançar a reprodução máxima (VAN EMOUS, 2015).

O bom desempenho dos animais de produção está atrelado ao suprimento adequado de diversos nutrientes (MACARI, 2002), dentre eles, a proteína bruta se destaca pela forte influência que exerce sobre os índices produtivos e reprodutivos (RETES, 2018). As proteínas são moléculas que assumem diversas funções no organismo, sendo parte estrutural dos tecidos orgânicos, participando da formação de hormônios e enzimas, transportando moléculas e até participando nas funções reprodutivas (BERTECHINI, 2013). Entretanto, o fornecimento de dietas com níveis subestimados ou superestimados desse nutriente podem comprometer as funções fisiológicas dos animais (RETES, 2018).

Assim, quando fornecida em níveis inferiores as exigências, a proteína bruta promove redução na produção de ovos, por conta do desvio de parte desta para funções menos vitais, prejudicando a produção (JORDÃO FILHO *et al.*, 2006).

As aves não apresentam uma exigência específica para proteína bruta, mas sim para aminoácidos essenciais e não essenciais. Todavia, considerando que os aminoácidos não essenciais podem ser sintetizados a partir de nitrogênio não específico, os níveis de proteína bruta da ração devem ser suficientes para que a poedeira receba em sua dieta os aminoácidos essenciais e, também, possa garantir um “pool” de nitrogênio suficiente para a síntese de aminoácidos. Nesse contexto, é importante ressaltar a importância dos níveis de proteína e aminoácidos na alimentação das poedeiras, tendo em vista que o requerimento de proteína está associado com a taxa de produção e tamanho dos ovos (LIMA *et al.*, 2014).

A exigência de proteína bruta das poedeiras geralmente está diretamente relacionada à produção de ovos. Embora aminoácidos e proteínas possuam distintas funções no organismo, cerca de 75 a 80% dos aminoácidos livres provenientes da hidrólise proteica são utilizados para síntese de novas proteínas (MOREIRA; SCAPINELLO, 2004). De acordo com Ceccantini e Yuri (2008) 80% dos peptídeos e aminoácidos absorvidos no intestino são utilizados para produção de ovos, de maneira que déficit no fornecimento proteico impacta de maneira negativa sobre a postura das aves.

O conhecimento das exigências proteicas para aves na fase de produção é de fundamental importância, uma vez que o peso dos ovos e de seus constituintes internos é dependente da ingestão de proteínas. Para as poedeiras, o nível de proteína na dieta é importante devido à grande quantidade necessária, deste nutriente, para a formação do

material da gema e, especialmente, do albúmen do ovo. Poedeiras alimentadas com adequado nível de proteína na ração, em comparação a poedeiras alimentadas com níveis subótimos, apresentam maior taxa de síntese proteica no fígado e no oviduto, principais órgãos envolvidos na síntese das proteínas que constituem a gema e o albúmen do ovo, respectivamente (MURAMATSU *et al.* 1987).

Ao contrário dos carboidratos e lipídios, a proteína não pode ser armazenada pelo organismo e, portanto, a produção e a qualidade dos ovos são dependentes da ingestão diária o que torna imprescindível que a concentração de proteína da dieta e que o consumo de ração esteja adequado para atingir a produção de ovos desejada (PESTI, 1992).

A redução do nível de proteína da dieta sem a devida suplementação de aminoácidos essenciais pode resultar em redução de consumo e produção de ovos (PEGANOVA; Eder, 2003). Por sua vez, o excesso no fornecimento de proteína bruta demanda a excreção do excesso de nitrogênio do organismo. Para que isso ocorra, os aminoácidos serão desaminados e, posteriormente, excretados na forma de ácido úrico. O metabolismo do nitrogênio em excesso resulta em maior gasto de energia para sua excreção e, também, aumento no incremento calórico, efeitos que podem limitar ou comprometer o desempenho das aves (DIONÍZIO, 2005; JORDÃO FILHO *et al.* , 2006).

Assim, em situações de excesso, a redução dos níveis proteicos em rações para poedeiras além de diminuir o incremento calórico, melhora a eficiência de utilização dos nutrientes, contribuindo para o aumento de produtividade (LIMA *et al.* , 2014). De acordo com Rashid *et al.* (2012), a alimentação de aves criadas em climas quentes com altos níveis de proteína não é recomendada devido ao alto incremento de calor resultante da digestão das mesmas.

Na busca para adequar o fornecimento de proteína das rações às exigências aminoacídicas de poedeiras comerciais, de modo a reduzir os efeitos negativos do excesso de aminoácidos sobre o desempenho produtivo e qualidade de ovos, nutricionistas tem adotado o conceito de proteína ideal em substituição a proteína bruta na formulação de rações. Essa pratica, foi facilitada pela produção de aminoácidos industriais em escala comercial, bem como sua aquisição a preços compatíveis, contudo, depende das corretas determinações das exigências dos aminoácidos ao longo de todo o ciclo de produção e, talvez, por isso, em uma determinada fase do ciclo produtivo, a questão que permanece é o quanto se pode reduzir o nível de proteína da ração, sem prejudicar o desempenho das aves, visto que os aminoácidos considerados dispensáveis da dieta (não essenciais) poderiam passar a níveis marginais se tornando limitantes.

Em se tratando de aves reprodutoras, a nutrição é um dos fatores mais importantes que afetam a produção e a qualidade dos ovos, podendo influenciar a fertilidade, eclodibilidade, qualidade da produção de pintinhos e taxa de crescimento da prole (KIDD, 2003; ZAHEER, 2015), visto que os nutrientes necessários para o desenvolvimento do embrião de galinha são derivados dos nutrientes armazenados no ovo, cujo perfil nutricional pode mudar com a dieta materna (AN *et al.* 2010).

A alimentação dos reprodutores não afeta apenas os próprios reprodutores, mas também a progênie (ZUIDHOF *et al.*, 2014). Em aves, a nutrição materna pode afetar o desempenho da prole diretamente através da incorporação de nutrientes no ovo (Kidd, 2003) ou desencadeando modificações epigenéticas que regulam as células musculares progenitoras (SACCONE; Puri, 2010). Segundo Peebles *et al.*, (2002), a nutrição materna pode influenciar o peso corporal da prole em frangos de corte. Para Nonis e Gous, (2013) a composição do ovo para incubação pode variar de acordo com a nutrição materna, composição corporal, idade e linhagem e, portanto, esses fatores podem influenciar o desempenho da prole.

Neste contexto, muitos estudos têm sido realizados para avaliar as exigências proteicas de diferentes tipos de aves reprodutoras. Contudo, Lopez e Leeson (1994) a preocupação em atender a demanda de proteína das matrizes pesadas tem resultado em recomendações supra dosadas, pois embora seja possível obter resultados satisfatórios com a ingestão de 19 a 20 g/ave/dia, tem sido comum a recomendação da ingestão de proteína bruta de até 26 g/ave/dia, no pico de produção.

A prática de aumentar a ingestão de proteína para reprodutoras estaria baseada nos fatos de que, entre as mudanças na composição do ovo devido aos altos níveis de proteína na dieta está o aumento do tamanho dos ovos e que ao longo dos anos tem sido postulada a hipótese de que mudanças na dieta que influenciam o peso do ovo também influenciariam o tamanho do pintinho no nascimento e, possivelmente, o crescimento subsequente do frango. Contudo, segundo Lopez e Lesson, (1994) essas relações não estão adequadamente descritas e, portanto, as respostas aos níveis de proteína da ração e seus efeitos sobre os ovos e a progênie podem variar.

Estudando os efeitos da ingestão de proteína sobre o desempenho das matrizes de corte e de sua prole, Lopez e Leeson (1994), relataram que a produção de ovos foi significativamente menor para as aves alimentadas com ração com maior nível de PB em relação àquelas alimentadas com dietas com menor teor de PB. Por sua vez, Van Emous *et al* (2018) observaram que reduções de 15 g/kg dos níveis de PB da ração durante a fase de 22 ou 24 a 34 semanas de idade e na fase 35 a 46 semanas de idade não afetaram a produção total de

ovos e ovos incubáveis em comparação com a ração de maior nível de proteína. Contudo, na fase de 47 a 60 semanas de idade, a redução dos níveis de PB de 13,0 para 11,5% reduziu a produção total de ovos.

Além da produção a composição da dieta das galinhas tem papel efetivo no peso do ovo e em aves (DÄNICKE *et al.* , 2000). Os níveis de energia da dieta são importantes, assim como os níveis de proteína da dieta, assim, dietas com alto teor de proteína e baixa energia têm um efeito negativo no peso do ovo e na produção de ovos (LI *et al.* , 2013; STEENHUISEN; GOUS, 2016). Leeson e Caston (1996) relataram que o peso do ovo diminuiu quando o teor de proteína da dieta foi reduzido de 16,80% para 14,40% em dietas isoenergéticas para poedeiras. Por outro lado, alguns pesquisadores relataram a tendência geral de aumento da produção e peso dos ovos com o aumento dos níveis de proteína nas dietas (GUNAWARDANA *et al.*, 2008; KING'ORI *et al.*, 2010; MOHITI-ASLI *et al.* , 2012; SHIM *et al.* , 2013).

Alguns outros pesquisadores relataram que a produção de ovos e o peso do ovo não foram afetados pela alimentação com baixo teor de proteína bruta (CHO *et al.*, 2004; KHAJALI *et al.*, 2008). Contudo, estudos de Pearson e Herron (1982) indicaram que uma maior ingestão de proteína dietética pelas matrizes aumenta o peso do ovo. Spratt e Leeson (1987) relataram redução no peso do ovo quando o teor de proteína da dieta foi reduzido de 16,70% para 12,70% para matrizes de corte. Posteriormente, Lopez e Leeson (1994) relataram que não houve efeito significativo da PB da ração sobre o peso médio dos ovos das matrizes.

Quanto ao efeito da PB da ração sobre os componentes dos ovos, os resultados têm indicado discrepâncias consideráveis, pois enquanto alguns estudos sugerem que a proporção entre gema e albúmen e a composição do ovo podem ser alteradas à medida que o nível de proteína aumenta na dieta, outros não relataram nenhuma alteração na composição do ovo devido a alterações na proteína da dieta. Conforme Gunawardana *et al.* (2008), o aumento da proteína dietética diminuiu significativamente a porcentagem de casca dos ovos devido a um aumento significativo do peso do ovo à medida que o nível de proteína aumentou.

Contudo, Lopez e Leeson (1994) relataram que as mudanças na proteína da dieta não influenciaram os componentes e a composição do ovo das matrizes. Para os pesquisadores, há de se considerar que a maioria das alterações tem sido relatadas para galinhas poedeiras em situações extremas, visto que as aves tendem a manter certas propriedades biológicas no ovo que garantirão o desenvolvimento adequado do embrião, independentemente de mudanças na dieta. Isso justificaria o fato de que houve menor

produção total de ovos com maior ingestão de proteína, um parâmetro que parece ser mais sensível a mudanças na proteína da dieta do que o peso ou a composição do ovo (Lopes; Leeson, 1994). Além da produção e peso do ovo a composição da dieta das galinhas tem papel efetivo nas características que influenciam a eclosão dos ovos em aves (DÄNICKE *et al.* , 2000). Alguns estudos mostraram que a alimentar de matrizes pesadas com um alto nível diário de proteína durante o período de postura resultou em diminuição da fertilidade (LOPEZ; LEESON, 1995a; EK MAY *et al.* , 2013). Contudo, Mejia *et al.* (2012), Van Emous *et al.* (2015b) e Van Emous *et al.* (2018) relataram que a fertilidade não foi afetada pelas diferenças na ingestão diária de PB pelas matrizes.

Os resultados para a eclosão nos incubatórios podem ser influenciados pela fertilidade dos ovos e também pela mortalidade dos embriões durante o seu desenvolvimento. Assim, Pearson e Herron (1982) relataram que a baixa ingestão de proteína (21 vs. 27 g/d) melhorou a eclodibilidade devido à diminuição da mortalidade embrionária o que também foi observado por Whitehead *et al.* (1985); Lopez e Leeson (1995a) e Van Emous *et al.* (2015b). Por sua vez, Pearson e Herron (1981); Spratt e Leeson (1987), e Mohiti-Asli *et al.* (2012), não encontraram efeito da proteína da ração sobre a eclodibilidade.

Contudo, Van Emous *et al.* (2018) observaram que reduções dos níveis de PB da dieta durante a fase de 22 ou 24 a 34 semanas de idade e na fase de 35 a 46 semanas de idade não afetaram a eclodibilidade. Porém, durante na fase de 47 a 60 semanas de idade, a eclodibilidade dos ovos tendeu a ser menor para as aves alimentadas com a dieta de baixa proteína, sugerindo que a menor eclodibilidade foi causada pela baixa ingestão diária de proteína durante a fase (17,8 g PB/ave/dia), visto que a PB da ração reduziu de 13,5% para cerca de 11,5% de PB. Alguns pesquisadores relataram que a baixa proteína bruta (CP 12%) prejudicou a fertilidade (ALSOBAYEL, 1992) e a eclodibilidade (KING'ORI *et al.* , 2010). Estas observações corroboram a afirmativa de que proteína dietética insuficiente e proteína mal balanceada reduzirão a produção de ovos e terão efeito negativo na eclodibilidade dos ovos (BARKER, 2003).

Segundo Lopez e Lesson (1994) os níveis de proteína da dieta das matrizes são um fator importante para as características de eclosão e mortalidade embrionária, de modo que uma baixa eclodibilidade dos ovos férteis tem sido associada ao excesso de ingestão de proteína pelas matrizes, sendo a razão para a redução na eclodibilidade com a alta ingestão de proteína bruta ainda não foi muito bem estabelecida. Tem sido relatado que altos níveis de PB na dieta influenciam a deposição de algumas vitaminas no ovo.

Quanto ao efeito da proteína da ração sobre a progênie no momento da eclosão os efeitos têm sido variáveis. Spratt e Leeson (1987) relataram redução no peso do ovo e, conseqüentemente, menor peso do pintinho quando o teor de proteína da dieta foi reduzido de 16,70% para 12,70% para matrizes de corte. Posteriormente, Lopez e Leeson (1994) relataram que não houve efeito significativo da PB da ração sobre o peso médio dos ovos e peso do pintinho. Segundo Lopez e Leeson (1995a) o peso do pintinho não é facilmente afetado pela ingestão de proteína. Contudo, em seu estudo, eles encontraram uma diminuição do peso do pintinho apenas com teor de proteína dietética muito baixo (10% PB; ingestão de 14,5 g PB/ave/dia em média), enquanto nenhum efeito foi encontrado para as dietas de 12, 14 e 16% PB. Mohiti-Asli *et al.* (2012) e Van Emous *et al.* (2018) observaram que o peso do pintinho não foi afetado pela ingestão diária de proteína das matrizes de corte.

Quanto ao efeito da proteína da ração das reprodutoras sobre o desempenho subsequente da progênie os efeitos, também, têm sido variáveis. Lopes e Leeson (1994) observaram que o peso corporal da progênie aos 7, 21, 35 e 49 dias não foram diferentes entre os níveis de proteína da ração das matrizes de frangos de corte. Lopez e Leeson (1995c) encontraram uma piora da CA (1,935 vs. 1,985) da progênie de reprodutores de 52 semanas de idade que foram alimentados com 10 e 12% de PB em comparação com os de 14 e 16% dieta. Todavia, Meija *et al.* (2013); Van Emous *et al.* (2015a); Van Emous (2015) e Van Emous *et al.* (2018) observaram que o nível de PB da ração das matrizes não afetou o desempenho produtivo e os rendimentos de abate da progênie.

Em geral, as diferenças observadas para as respostas aos níveis de proteína bruta na ração das matrizes quando comparadas entre os resultados dos diferentes estudos podem ser associadas às diferentes condições em que estes foram conduzidos (VAN EMOUS *et al.* , 2018). Assim, o sistema de alojamento, material genético utilizado (linhagem), quantidade de ração diária ofertada, fase do ciclo de postura, níveis de proteína bruta testados, relação entre a energia metabolizável das rações e a proteína bruta e, também, relação entre proteína bruta e aminoácidos essenciais acabam influenciando na magnitude das respostas medidas.

Nesse contexto, certamente, as aves em início do ciclo de postura, período em que irão crescer e aumentar a produção e o tamanho dos ovos, serão mais sensíveis ao aumento ou redução no nível de proteína da ração em relação as aves que se encontram na fase descendente da curva de postura, que já não crescem mais, os ovos pouco aumentaram de peso e a produção está em queda.

Assim como para as matrizes de frangos de corte a preocupação com os efeitos dos níveis de proteína da ração ofertado para as fêmeas reprodutoras acontece para outras espécies de aves.

Em um estudo com perdiz chukar, Cufadar *et al.*, (2010) relataram a tendência geral de aumento da infertilidade e, conseqüentemente, diminuição na eclodibilidade com altos níveis de proteína (CP 17%). Estudando os efeitos dos níveis de proteína da ração para faisão fêmea reprodutora, Ugurlu *et al.* (2017) relataram que o aumento da proteína da ração de 15% para 18% PB aumentou a produção de ovos, o tamanho dos ovos e o peso dos pintos ao nascer. A menor quantidade de proteína resultou em maior fertilidade, contudo, a eclosão não foi afetada pelo nível de proteína da ração, enquanto, a eclodibilidade foi maior para o nível de 18% de proteína, que teve menor mortalidade embrionária

2.3 Proteína bruta na ração de codornas

Dentre todas as despesas que impactam a coturnicultura, os valores gastos com alimentação, podem chegar a 75% do custo total, sendo os alimentos proteicos correspondendo a 25% dos custos com alimentação (FREITAS *et al.*, 2005). A proteína é um nutriente de alto custo e por isso a inclusão da quantidade adequada em dieta balanceada, pode gerar melhores ganhos econômicos (SILVA, 2006). Além disso, o fornecimento de rações com níveis de proteína adequado às exigências das aves tem relevante impacto na redução dos danos ambientais causados pelos resíduos nitrogenados que são excretados pelos animais (CORRÊA, 2006).

Ao longo dos anos, os efeitos dos níveis de proteína na ração para codornas destinadas a produção de ovos (codornas japonesas) têm sido mais estudados. Contudo, as informações sobre os efeitos do nível de proteína bruta da ração sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de codornas reprodutoras ainda são escassas, especialmente, se considerarmos as codornas reprodutoras para produção de codornas (codornas europeias). Entretanto, considerando que o melhoramento genético dessas aves segue o mesmo padrão do utilizado para matrizes de frangos de corte, é possível que as reprodutoras de codornas de corte apresentem comportamento semelhante aos das matrizes pesadas para a variação do nível de PB da ração. Contudo, os estudos precisam ser conduzidos para determinar a magnitude das respostas, considerando, a variabilidade genética imposta pelo melhoramento ao longo dos anos.

O NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1994) recomenda 24% de PB para codornas japonesas em fase de produção, enquanto, Rostagno *et al.* (2017) avaliaram como ideal a inclusão de 18% de PB na dieta de aves dessa espécie em fase de produção.

Devido à escassez de tabelas que estimem a exigência nutricional de codornas de linhagens pesadas, Costa e Silva (2009), após realização de estudos, recomendaram para codornas europeias em fase de produção, rações com 22% de proteína bruta (PB) e 2.800 kcal de energia metabolizável. Esses autores evidenciaram que em todas as fases de criação, as codornas europeias apresentam demanda de maiores níveis de aminoácidos em comparação com as codornas japonesas.

Na fase de postura, a exigência proteica das codornas pode variar por diversos fatores, sendo que o peso do ovo tem forte relação com a ingestão proteica diária, porém o consumo excessivo de aminoácidos é considerado um desperdício, visto que o metabolismo dessas moléculas gera incremento calórico e alta excreção de ácido úrico (SAKOMURA *et al*, 2014). O fornecimento de uma dieta equilibrada em proteína e aminoácidos dietéticos, com atendimento às exigências de cada fase do ciclo das aves, pode regular o peso dos ovos e reduzir problemas relacionados com qualidade de casca, além de mitigar os impactos econômicos e ambientais (PAVAN *et al*, 2005).

Estudando os efeitos dos níveis de PB (17, 19, 21% PB) em rações isoenergéticas para reprodutoras de codornas destinadas a produção de ovos (codorna japonesa), Tarasewicz *et al* (2006) relataram que a produção e o peso dos ovos foram significativamente menores para as aves alimentadas com 17% de PB, não diferindo entre os demais níveis. Para as características dos ovos, as aves não apresentaram nenhuma alteração significativa importante em função dos níveis de proteína da ração.

Avaliando o efeito dos níveis de PB da ração (16, 18, 20, 22, 24 e 26% PB) para 3 grupos genéticos de codornas destinadas a produção de ovos, Ri *et al* (2015) observaram que a produção e o peso dos ovos aumentaram com o incremento do nível de proteína na ração das codornas, obtendo-se melhor resposta nível com 24% para 2 grupos genéticos e com 22% para o terceiro. Quanto a qualidade dos ovos, o nível de proteína da ração não influenciou significativamente as proporções de albúmen, gema e casca e a espessura da casca.

Segundo Ri *et al*. (2005) para as codornas existe variação nas respostas aos níveis de proteína da ração em função das características produtivas do material genético. Assim, algumas linhas de codornas poedeiras podem apresentar excelente produção de ovos mesmo com ração com baixo teor de proteína, todavia, em linhas selecionadas para alta produção de ovos, pode-se fornecer ração com baixo teor de proteína suplementada com aminoácidos essenciais.

Avaliando o efeito dos níveis de energia metabolizável (2.750; 2.967; 3050 kcal/kg) e PB da ração (18, 20, 22% PB) para reprodutoras de codornas japonesas, Lotfi *et al*

(2018) observaram interação significativa entre a energia e proteína de ração para as variáveis consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, peso dos ovos, espessura da casca, resistência da casca, índice de albúmen e gema, percentagem de eclosão peso dos pintos ao nascer e aos 7 e 14 dias de idade. Contudo, segundo os pesquisadores, pode-se inferir que o aumento da PB da ração das reprodutoras contribuiu para aumentar a produção de ovos, o peso dos ovos, os índices de albúmen e gema dos ovos, a eclosão, o peso de codorninhas ao nascer e ao completar 7 dias de idade. Os piores resultados foram observados com o nível de 18% de PB e não houve diferença significativa entre os níveis de 20 e 22% PB. Também se observou que o nível de proteína não influenciou significativamente a fertilidade. Diante do aumento da eclosão com o aumento da proteína da ração das codornas, destaca-se que a baixa eclodibilidade dos ovos férteis associada à alta proteína na ração das reprodutoras ocorre, especialmente, quando a ingestão de energia é abaixo do recomendado (LOPES; LEESON, 1994).

Os resultados obtidos por Loft *et al.* (2018) levaram os pesquisadores a afirmarem que estado nutricional das codornas reprodutoras apresenta efeitos sobre o seu desempenho produtivo, as características dos ovos para incubação, influenciando no resultado da incubação e na capacidade de crescimento da prole e seu desenvolvimento subsequente, sugerindo o fortalecimento das rações, especialmente, com proteína e energia.

Todavia, deve-se considerar que os efeitos positivos no desempenho da progênie geralmente estão associados a mudanças positivas no tamanho dos ovos e/ou dos seus constituintes. Contudo, os efeitos dos níveis de proteína na ração de codornas alterando o peso dos ovos ou seus constituintes são variáveis. Segundo Ratriyanto *et al.* (2017), as rações com 18,0 e 19,5% PB aumentaram o peso da gema e da casca do ovo em comparação a 16,5% PB e esses resultados podem ser atribuídos ao maior peso do ovo nesses grupos alimentados com maior nível proteico na ração. Contudo, estudos anteriores mostraram que o aumento da PB da dieta de 16 para 20% não afetou o peso do albúmen, gema ou casca do ovo (GARCIA *et al.*, 2005; ABDEL-AZEEM, 2011), nem a espessura da casca do ovo em codornas (Abdel-Azeem, 2011). Agboola *et al.* (2016) relataram que o aumento da PB da dieta de 18 para 24% não afetou o peso da gema ou albúmen ou a espessura da casca do ovo em codornas. Resultado semelhante foi obtido por Muhammad *et al.* (2016), que observaram que a PB dietética não afetou o peso da gema ou do albúmen em codornas.

Estudando os efeitos da proteína da ração (17, 19, 21, 23, 25% PB) para duas linhagens de codornas reprodutoras de corte, Acioly (2021) verificou que o consumo de ração aumentou significativamente com o nível de PB da ração para uma das linhagens, não

diferindo para outra. A produção de ovos aumentou linearmente para ambas as linhagens, contudo o peso médio dos ovos não variou significativamente para uma linhagem e para a outra aumentou até 23,30 e reduziu em níveis superiores. Na qualidade dos ovos observou-se redução na densidade específica dos ovos com aumento da proteína na ração. Nos parâmetros de incubação as linhagens também responderam de forma diferente para algumas variáveis. Para ambas as linhagens houve efeito quadrático dos níveis de proteína da ração sobre o peso das codorninhas ao nascer e a fertilidade de modo que os resultados melhoraram atingindo o máximo com os níveis de 22,61 e 22,75%, respectivamente. Todavia, a eclosão e a eclodibilidade dos ovos não variaram significativamente para uma linhagem e para a outra houve efeito quadrático atingindo o máximo com os níveis 22,70% e 22,45% de PB, respectivamente. Quanto ao desempenho da progênie até 21 dias de idade o consumo de ração e a conversão alimentar não foram influenciados pelo nível de proteína da ração das reprodutoras, contudo, para o ganho de peso houve efeito quadrático com o máximo ganho de peso com o nível de 20,30% de PB, com redução em níveis superiores.

Acioly (2021) recomendaram 22% de PB na ração para codornas reprodutoras para atingir o bom desempenho, produtivo, reprodutivo e da progênie. Valor semelhante ao recomendado por Lotfi, *et al.* (2018), que ao avaliarem diferentes níveis de PB em dietas de matrizes de codornas japonesas, verificaram aumento da eclodibilidade até o nível de 22% de proteína bruta.

Os resultados obtidos por Acioly (2021) evidenciam que o material genético pode diferir nas respostas aos diferentes níveis de proteína na ração, corroborando as observações de outros pesquisadores (VAN EMOUS *et al.*, 2018), para matrizes de frangos de corte. Também corroboram as observações de que níveis adequados de proteína devem ser oferecidos às aves para obtenção de bom desempenho produtivo e reprodutivo, uma vez que o aumento do nível de proteína na ração das reprodutoras pode contribuir para o desempenho na produção e nos parâmetros de incubação, contudo, o excesso de proteína na ração, pode prejudicar a fertilidade, eclosão e eclodibilidade dos ovos férteis nas codornas, assim como tem sido relatado para matrizes de corte.

2.4 L-Pidolato de Cálcio

Alguns estudos apontam o pidolato de cálcio como um promotor de impacto positivo que age tanto na qualidade óssea das poedeiras comerciais quanto na melhoria da

qualidade dos ovos (BAIN *et al.* , 2018). Em 1990, Rico e seus colaboradores classificaram o L - pidolato de cálcio como um sal cuja absorção, em humanos, é mais fácil quando comparado a outros sais de cálcio e por isso, este composto poderia ser eficaz no tratamento e prevenção da osteoporose. Também denominado de piroglutamato de cálcio ou carboxilato de pirrolidona de cálcio, o L-Pidolato de Cálcio é solúvel em água, e possui características que facilitam a administração do produto na dieta das aves poedeiras, seja através da alimentação direta ou via água de bebida (LAURENCEAU, 2007).

A obtenção do L-pidolato de cálcio acontece a partir do ácido glutâmico (C₅H₉O₄N), extraído da beterraba, que após sofrer reação de desidratação resulta em ácido pidólico (C₅H₇O₃N), que em posterior reação com óxido de cálcio (CaO) e a segunda reação de desidratação, é convertido em LPCa (CaC₁₀H₁₂N₂O₆), o sal de cálcio altamente solúvel que apresenta 13,5% de cálcio e 86,5% de ácido pidólico. Entretanto, a maior parte do cálcio dessa molécula (80%) é absorvido pelo organismo das aves por difusão passiva e o restante (20%) é absorvido por proteínas carreadoras de cálcio (NOGUEIRA, 2017).

De acordo com Vilella (2016) o LPCa é considerado a única fonte de cálcio onde este mineral é transportado por um substrato proteico, particularidade que permite ionização mais rápida do cálcio e solubilidade em ampla faixa de pH, possibilitando assim a absorção de quase 95% de cálcio independente do pH intestinal. Além disso, o L-pidolato de cálcio é considerado um precursor direto dos aminoácidos arginina e prolina, que são essenciais na síntese de proteínas transportadoras de cálcio e responsáveis pela formação do colágeno presente nos ossos, articulações, pele e na membrana da casca do ovo.

A recomendação de uso do LPCa varia entre doses de 150 a 1.200 ppm, levando em consideração fatores como, a idade das aves no início e na condução do tratamento, levando em consideração aumento progressivo da dose de acordo com a idade e o perfil de qualidade de casca pretendida. Além desses, a temperatura e o horário de distribuição do LPCa também demonstram ser fatores importantes, sendo obtida máxima eficácia para o consumo ao final do dia, entre 16h e 17h. A inclusão do L-pidolato de cálcio na alimentação das aves de postura, quando no verão, deve ser iniciada com 45 semanas de idade e no inverno, com 50 semanas de idade (LAURENCE, 2007).

Bain *et al.* (2018) avaliaram a qualidade dos ovos e resistência óssea em lotes de poedeiras livres de gaiolas, com 50 semanas de idade, que receberam suplementação com 300ppm de pidolato de cálcio em comparação com as que receberam dieta padrão. Os resultados mostram um pequeno, porém significativo aumento na resistência da casca do ovo. Quanto a qualidade óssea das aves, diante dos testes realizados, não houve evidência de

melhoria na força de ruptura da tíbia ou úmero. Os autores concluem que a suplementação com 300ppm de pidolato de cálcio na dieta de aves de postura, a partir de 50 semanas de idade pode ser uma maneira econômica de manter a qualidade dos ovos em ciclos de postura mais longos.

A utilização do L-pidolato de cálcio a na dieta de aves de postura em idade avançada apresenta benefícios tanto para os ossos dos animais quanto para a casca dos ovos produzidos. Isso acontece a partir da reposição do cálcio e do colágeno no organismo das aves em condição de descalcificação natural, que acontece gradualmente com a retirada de íons cálcio e da hidroxí-prolina presente no osso medular, por isso a circulação do LPCa retarda esse processo e promove melhor mineralização dos ossos. Além disso, esse sal de cálcio age sobre a qualidade dos ovos a partir da manutenção dos níveis de cálcio da casca e do colágeno da membrana da casca, tornando-os mais resistentes a injúrias, evitando perda de água e entrada de CO₂ (VILELLA, 2016).

O estudo conduzido por Nogueira (2017), realizado com poedeiras comerciais no período de 56 a 69 semanas de idade, avaliou a qualidade óssea de galinhas alimentadas com LPCa em cinco níveis, combinados com duas rações, com diferentes concentrações de arginina e prolina. Nesse contexto, não houve influência dos tratamentos sobre a produção de ovos e alteração negativa para as aves com 60 semanas de idade, alimentadas com maior quantidade de LPCa (600g/ton) e somente as aves com 64 semanas de idade, alimentadas com deita contendo o nível de 150g/ton do sal de cálcio, apresentaram aumento significativo no consumo de ração. O autor sustenta a recomendação de 150g/ton de LPCa na dieta das poedeiras comerciais como estratégia de melhoria da qualidade do ovo, agindo sobretudo na resistência da casca.

O L-pidolato de cálcio, além de ser um sal altamente solúvel e absorvível com excelente tolerância gastrointestinal, é utilizado há muitos anos no setor comercial da indústria de ovos (BAIN *et al*, 2018), porém existe uma quantidade limitada de dados sobre a aplicação do LPCa em diferentes categorias de aves de postura, sendo oportuno o desenvolvimento de pesquisas que abordem esse tema.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura, localizado no departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará e submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais conforme protocolo nº 3809061020. A instalação utilizada foi um galpão convencional que possui configuração em gaiolas de arame galvanizado de dimensões 35 x 25 x 20 cm (comprimento x largura x altura) dispostas em sistema piramidal e equipadas com comedouro linear tipo calha de chapa galvanizada, bebedouro tipo nipple e coletor de ovos.

Na condução do experimento foram utilizadas 480 codornas reprodutoras de corte, das quais 360 eram fêmeas e 120 eram machos, todos com 28 semanas de idade e pertencentes a duas linhagens, sendo Fujikura, denominada como linhagem 1, e UFC como linhagem 2. Conforme indicação de Sakomura e Rostagno (2007), as matrizes foram selecionadas com base no peso (Linhagem 1: $306,23 \pm 53$ g e Linhagem 2: $309,77 \pm 69$ g) e na produção de ovos (83% e 87%) e em seguida distribuídas em gaiolas seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial, no qual foram testados, 2 linhagens x 2 níveis de PB x 3 níveis de LPCa¹, totalizando 12 tratamentos, com 5 repetições de 8 aves, sendo esta constituída de seis fêmeas e dois machos. Dessa forma, os tratamentos aplicados foram: T1 – ração sem adição de L-Pidolato cálcio e 22% PB; T2 – ração com adição de 0,015% de L-Pidolato cálcio e 22% PB; T3 – ração com 0,030% de L-Pidolato cálcio e 22% PB; T4 – ração sem adição de L-Pidolato cálcio e 19,8% PB; T5 – ração com 0,015% de L-Pidolato cálcio e redução de 10% na PB; T6 – ração com 0,030% de L-Pidolato cálcio e 19,8% PB.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas para serem isonutrientes e isocalóricas, buscando atender as necessidades metabólicas das aves e considerando a composição nutricional dos ingredientes, conforme as recomendações de Costa e Silva (2009), sendo a adição do L-pidolato de cálcio nas rações realizada em substituição ao componente inerte da ração de acordo com cada tratamento.

A cronograma experimental foi realizado em 6 períodos de 21 dias cada e mais 41 dias para fechamento do ciclo de avaliação da progênie. Durante todo o experimento, o programa de luz adotado foi de 16 horas de luz por dia. As rações e água foram oferecidas à vontade e os dados de produção foram anotados diariamente.

¹ L-Pidolato de Cálcio é um produto comercial da linha PCA, produzido e distribuído pela empresa Uniquímica.

Durante o período experimental, a temperatura e umidade relativa do galpão foi monitorada com auxílio de um fabricante que registrou temperatura e umidade relativa em máxima, média e mínima, respectivamente de: 32,1°C; 28,6°C e 24,7°C; 90,6%; 65,7% e 37,4%.

Tabela 1 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais utilizadas para reprodutoras de codornas de corte.

Ingredientes	Proteína bruta da ração (PB)					
	Normal (22% PB)			Reduzida (19,8%)		
	0,00	0,015	0,030	0,00	0,015	0,030
Milho 7,88%	46,485	46,485	46,485	54,040	54,040	54,040
Soja farelo 45%	39,929	39,929	39,929	33,714	33,714	33,714
Óleo de soja	3,029	3,029	3,029	1,634	1,634	1,634
Calcítico	8,407	8,407	8,407	8,423	8,423	8,423
Fosfato bicálcico	1,113	1,113	1,113	1,147	1,147	1,147
Sal comum	0,529	0,529	0,529	0,528	0,528	0,528
Dl-metionina	0,190	0,190	0,190	0,161	0,161	0,161
L-lisina	0,042	0,042	0,042	0,083	0,083	0,083
L-treonina	0,096	0,096	0,096	0,091	0,091	0,091
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento meniral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Inerte ³	0,030	0,015	0,000	0,030	0,015	0,000
L-Pidolato de Cálcio	0,000	0,015	0,030	0,000	0,015	0,030
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Composição Nutricional

Energia metabolizável (kcal/Kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína bruta (%)	22,00	22,00	22,00	19,80	19,80	19,80
Met + Cist digestível (%)	0,770	0,770	0,770	0,693	0,693	0,693
Metionina digestível (%)	0,473	0,460	0,460	0,420	0,420	0,420
Lisina digestível (%)	1,130	1,130	1,130	1,017	1,017	1,017
Treonina digestível (%)	0,810	0,810	0,810	0,729	0,729	0,729
Triptofano digestível (%)	0,249	0,249	0,249	0,217	0,217	0,217
Valina digestível (%)	0,921	0,921	0,921	0,822	0,822	0,822
Cálcio (%)	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Fósforo disponível (%)	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
Sódio (%)	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Cloro (%)	0,356	0,356	0,356	0,355	0,355	0,355
Potássio (%)	1,181	1,177	1,177	1,140	1,140	1,140
Magnésio (%)	0,157	0,158	0,158	0,138	0,138	0,138
Gordura (%)	5,457	5,638	5,638	4,247	4,247	4,247

Fonte: elaborada pela autora. ¹Composição por kg do produto: Vit. A – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 – 2.500.000,00 UI; Vit. E – 20.000,00 mg; Vit. K3 – 2.500,00 mg; Vit. B1 – 2.000,00 mg; Vit. B2 – 6.000,00 mg; Vit. B12 – 15,00 mg; Niacina – 35.000,00 mg; Ácido pantotênico – 12.000,00 mg; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 1.500,00 mg; Selênio – 250,00 mg; Biotina – 100,00 mg; ²Composição por Kg do produto: Ferro – 100.000,00 mg; Cobre – 20,00 g; Manganês – 130.000,00 mg; Zinco – 130.000,10 mg; Iodo – 2.000,00 mg; ³Inerte: Areia

lavada.

3.1 Avaliação do desempenho das reprodutoras

O desempenho das aves de cada parcela experimental foi calculado ao final de cada período de 21 dias. Contudo para as análises estatísticas considerou-se o desempenho médio das aves durante todo período experimental. O consumo de ração (g/ave/dia) foi calculado pela diferença entre o peso da ração fornecida no início e o das sobras ao final de cada período. Para o cálculo da percentagem de postura (%/ave/dia), a produção de ovos diária foi acompanhada e anotada.

O peso médio dos ovos foi obtido considerando a média das pesagens de todos os ovos produzido pelas aves de cada repetição. Para isso, durante cada período, uma vez por semana todos os ovos da parcela eram coletados e os ovos quebrados e com outros defeitos eram excluídos. Os ovos selecionados eram encaminhados para pesagem em balança semianalítica com sensibilidade de 0,01g.

A massa de ovos produzida (g/ave/dia) foi obtida a partir do número de ovos e do peso médio do ovo por repetição, dentro de cada período de 21 dias. A partir dos dados de consumo e massa de ovos. Calculou-se a conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo).

As mortalidades foram anotadas para as correções dos dados de desempenho conforme recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007).

3.2 Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos

A avaliação da qualidade dos ovos foi realizada uma vez por semana, durante os períodos experimentais, onde todos os ovos de cada parcela foram coletados, identificados e levados para o laboratório de avaliação da qualidade de ovos, localizado no Setor de Avicultura/DZ/CCA/UFC, onde foram armazenados à temperatura de 22°C até o dia seguinte, quando foram realizadas as medidas para o cálculo das variáveis de qualidade dos ovos: densidade específica (g/cm³), qualidade do albúmen (unidade Haugh), porcentagem de gema, albúmen e casca (%), espessura da casca (mm) e cor da gema do ovo de acordo com uma escala colorimétrica.

Para realização das análises de qualidade foram selecionados aleatoriamente três ovos de cada parcela entre todos os ovos pesados na obtenção do peso médio dos ovos.

A densidade específica dos ovos foi determinada conforme procedimentos descritos por Freitas *et al.* (2004). Para obtenção do peso do ovo no ar e na água, foi montado o sistema de pesagem dos ovos sobre balança semianalítica, com sensibilidade de 0,01g. Para a etapa de avaliação da qualidade do albúmen os ovos foram quebrados sobre uma superfície plana de vidro e com a utilização de um micrômetro mediu-se a altura (mm) do albúmen denso. Com as medidas de peso do ovo no ar e altura do albúmen foram realizados os cálculos utilizando-se a equação: $UH = 100 \times \log (H + 7,57 - 1,7 \times P^{0,37})$, onde: UH = unidades Haugh; H = altura do albúmen em mm e P = peso do ovo em g.

A determinação das porcentagens de cada constituinte dos ovos foi realizada a partir da separação das gemas e pesagem dessas em balança semianalítica, com sensibilidade de 0,01g. Na sequência, as cascas foram separadas, lavadas e secas em temperatura ambiente com circulação de ar por 48 horas e, depois de secas, foram pesadas. Ao final, foi possível obter as porcentagens de gema e casca a partir da relação entre o peso de cada constituinte e o peso do ovo, multiplicando esse valor obtido por 100. A partir do percentual desses dois constituintes, o percentual de albúmen foi obtido por diferença, onde: % albúmen = 100 – (% gema + % casca). A última etapa da análise consistiu na aferição da espessura da casca dos ovos (mm), com o auxílio de micrômetro com divisões de 0,01mm. Essa métrica foi obtida com a média das medidas da espessura da casca em três regiões distintas, polo maior, polo menor e região equatorial do ovo.

3.3 Parâmetros de incubação

Para avaliar os parâmetros de incubação foram realizadas três incubações durante o período experimental, sendo considerados para os cálculos a soma dos resultados obtidos no total das incubações. Para tanto, durante os últimos sete dias do 4º e 5º períodos e nos últimos 10 dias do 6º período, foram coletados todos os ovos produzidos por cada parcela, identificados e encaminhados para o incubatório.

Em cada período de incubação, ao chegar no incubatório os ovos foram submetidos a seleção com base em características visuais para excluir ovos com deformidades, rachaduras externas e sujos. Também era realizada à ovoscopia, para excluir os ovos com trincas internas. Os ovos considerados aptos à incubação foram armazenados a temperatura de 23,9°C (zero fisiológico) para posterior incubação.

Antes de serem colocados nas incubadoras, os ovos selecionados foram pesados,

identificados de acordo com a parcela correspondente, colocados em bandejas apropriadas ao equipamento e levados para sala de incubação onde permaneceram em temperatura ambiente por 6 horas. Posteriormente, foram para incubadora com temperatura de 38°C, onde permaneceram por 15 dias. Passado este período, os ovos de cada parcela foram colocados em sacos de rede de plástico e levados para o nascedouro com temperatura de 36,8°C, permanecendo até o momento da eclosão (completando um ciclo de aproximadamente 17 dias). Os ovos que não eclodiram ao final do período de incubação foram submetidos ao embriodiagnóstico.

Os dados de todas as incubações foram somados para realizar avaliação dos seguintes parâmetros: peso médio dos ovos incubados (g/ovo), obtido pela média aritmética entre o peso total dos ovos da parcela e a quantidade de ovos incubados; peso médio do pinto ao nascer (g/ave), obtido a partir da pesagem das codorninhas nascidas (por parcela) em balança semianalítica, com sensibilidade de 0,01g; percentagem de eclosão (%) calculada através da fórmula: $(\text{número de pintos} / \text{número de ovos incubados}) \times 100$; percentagem de eclodibilidade (%) calculada pela fórmula: $(\text{número de pintos} / \text{número de ovos férteis}) \times 100$; percentagem de fertilidade (%), calculada por: $(\text{número de ovos férteis} / \text{número de ovos incubados}) \times 100$.

3.4 Desempenho da progênie

Após o nascimento as codorninhas foram alojadas, conforme a parcela correspondente, em boxes de 60 x 60cm, equipados com piso coberto por cama de maravalha, bebedouros tipo copo de pressão, comedouro tubular e lâmpada incandescente de 100 watts.

Após a eclosão, iniciou-se a avaliação de desempenho da progênie, tendo como ponto inicial o parâmetro de peso médio ao nascimento obtido na pesagem das aves no primeiro dia de vida, além do peso aos 7 e 21 dias de idade. O consumo de ração (g/ave) foi obtido pela diferença de peso entre a quantidade de ração fornecida por parcela no início do experimento e a quantidade de sobra ao final do ciclo de 21 dias. A avaliação do ganho de peso (g/ave) foi obtida com o cálculo da diferença de peso médio da parcela. A conversão alimentar foi calculada através do consumo de ração dividido pelo ganho de peso de cada parcela. Todas as variáveis foram corrigidas pela mortalidade.

3.5 Análise estatística dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software “Statistical Analyses System” SAS, 2000, sendo os dados analisados pelo procedimento ANOVA do SAS e as médias comparadas pelo teste SNK (5%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados obtidos para o desempenho codornas reprodutoras (Tabela 2), observou-se que não houve interação significativa entre fatores avaliados ou efeito significativo da linhagem sobre os parâmetros de desempenho avaliados. Contudo, houve influência significativa da proteína bruta (PB) e do nível de L-pidolato de cálcio (LPCa) na ração sobre a produção de ovos e a conversão alimentar, sem efeito sobre o consumo de ração, peso médio dos ovos e a massa de ovos.

Tabela 2 – Desempenho das reprodutoras de codornas de corte de duas linhagens (LIN) alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) na ração e suplementação de L-pidolato de cálcio (LPCa).

Fatores	Consumo (g/ave/dia)	Produção (%/ave/dia)	PMO (g)	MO (g/ave/dia)	CA (Kg/Kg)
Linhagem					
1	33,27	88,42	13,28	11,75	2,85
2	33,46	86,10	13,26	11,41	2,95
Nível da PB					
22%	33,40	85,30 b	13,08	11,35	2,96 a
19,8%	33,34	89,22 a	13,23	11,81	2,84 b
L-Pidolato de cálcio					
0,0%	33,49	84,53 b	13,23	11,19	3,01 a
0,015%	33,34	87,67 ab	13,32	11,68	2,87 b
0,030%	33,26	89,58 a	13,25	11,88	2,82 b
ANOVA			<i>p</i> -valor		
LIN	0,4319	0,1197	0,8273	0,1625	0,0905
PB	0,8034	0,0101	0,4869	0,0585	0,0353
LPCa	0,7263	0,0239	0,7787	0,0587	0,0180
LIN x PB	0,9528	0,6161	0,2313	0,4039	0,2715
LIN x LPCa	0,5796	0,0949	0,2654	0,1479	0,2323
PB x LPCa	0,5818	0,1340	0,5530	0,8074	0,6778
LIN x PB x LPCa	0,1712	0,4640	0,4411	0,3556	0,7384
EPM	0,1165	0,8346	0,0557	0,1257	0,0307

Fonte: elaborada pela autora. ANOVA = Análise de variância; EPM = Erro padrão da média; Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).

Ao início do experimento as linhagens utilizadas apresentavam diferenças no peso corporal (L1: 306,23 ± 53g/ave e L2: 309,77 ± 69g/ave) e na produção de ovos (L1 =83%/ave/dia e L2=87%/ave/dia) o que poderia influenciar na ingestão diária de ração para atender as exigências nutricionais de cada grupo genético. Contudo, os resultados para o consumo de ração dos dois grupos indicam apenas um pequeno ajuste para linhagem 2, que

consumiu em média 0,54% a mais em relação as aves do grupo 1, sem que a diferença fosse significativa. Por sua vez, considerando que a produção de ovos e o tamanho dos ovos depende a da ingestão diária de ração pelas poedeiras, pode-se inferir os dois grupos ingeriram nutrientes suficiente para atender as suas exigências.

Quanto a produção de ovos, embora as aves da L1 tenham apresentado aproximadamente 2% a mais na produção diária de ovos em relação as aves da L2, essa diferença não foi significativa, indicando potencial genético semelhante entre os grupos utilizados. Também, não houve diferença entre as linhagens para o peso médios dos ovos o que pode ser associado à proximidade dos pesos corporais entre os grupos, visto que o tamanho do ovo produzido pela poedeira tem relação direta com a ingestão diária de nutrientes pela ave, que não diferiu entre os grupos genéticos avaliados e, também, com o seu tamanho corporal. Por sua vez, em razão de como essas variáveis são obtidas, os resultados para massa de ovos e conversão alimentar refletem os resultados observados para o consumo de ração, produção de ovos e peso dos ovos, que não variaram significativamente entre as linhagens.

Em função das características produtivas de cada material genético, pode haver variação nas respostas aos níveis de proteína da ração das codornas (RI et al (2005). Dessa forma, pode-se inferir que as linhagens utilizadas nesta pesquisa apresentam características produtivas semelhantes e responderam de forma semelhante as alterações no nível de PB da ração e adição do LPCa.

Quanto ao efeito dos níveis de PB na ração, observou-se que o consumo de ração, o peso médio dos ovos a massa de ovos não variou significativamente, contudo, a redução de 10% da PB (19,8% de PB) resultou em maior percentagem de postura e melhor na conversão alimentar em relação as alimentadas com a 22% de PB, propostos por Costa e Silva (2009). Considerando que a ingestão diária de proteína pelas aves destinadas a produção de ovos é fundamental para obtenção dos níveis produtivos e tamanho dos ovos adequados em uma determinada fase do ciclo produtivo e que não houve diferença significativa para o consumo de ração entre os níveis de proteína, pode-se inferir que o nível de 19,8% de PB, em ração com 2800 kcal de EM/Kg de ração, foi suficiente para atender as exigências das codornas reprodutoras.

Os resultados obtidos para os efeitos da redução da PB da ração sobre o desempenho das codornas reprodutoras estão de acordo com alguns relatos da literatura sobre essa prática na alimentação de matrizes de frangos de corte e outras aves reprodutoras (Lopez; Leeson, 1994). Tem sido relatado que, dentro de certos limites, a redução da proteína da ração

não altera significativamente o consumo de ração, o tamanho dos ovos, contudo, aumenta a produção de ovos. Essa melhora na produção, tem sido atribuída a um melhor ajuste na relação entre o nível de energia e a PB da ração, visto que disponibilidade de energia tem maior influência na produção de ovos em relação a proteína e, portanto, em rações com melhor ajuste nessa relação, haverá menor gasto de energia para excreção do nitrogênio ingerido em excesso com o uso de rações com níveis mais elevados de PB, sem que ocorra mudança no consumo de ração (Van Emous *et al.* , 2018). Além disso deve-se considerar o menor incremento calórico da ração com o menor nível de PB, fato importante para aves criadas em clima quente, que utilizaram menos energia na manutenção da temperatura do corporal, disponibilizando para a produção de ovos (Rashid *et al.* ,2012; Lima et al, 2014).

Para o efeito do nível de LPCa na ração sobre a produção de ovos das codornas reprodutoras, observou-se que as aves alimentadas sem a sua inclusão apresentaram menor percentual de postura, diferindo significativamente, apenas, em relação ao resultado obtido com a adição de 0,030% de LPCa. Embora o nível de 0,03% de LPCa tenha proporcionado maior produção de ovos não houve diferença significativa em relação ao nível de 0,015% LPCa. Quanto ao efeito sobre a conversão alimentar, observou-se que as aves alimentadas sem adição de LPCa na ração apresentaram pior conversão em relação as alimentadas com 0,015% ou 0,030% de LPC, cujos resultados não diferiram significativamente entre si.

A forma como LPCa age melhorando a produção de ovos não tem sido abordada nos estudos em que esse efeito foi observado. Todavia, pode-se inferir que a participação LPCa no metabolismo da Arginina pode ser a via de ação, uma vez que a arginina é conhecida por estimular a ovulação, aumentando a liberação de hormônio luteinizante e, também, faz parte do hormônio Arginina-vasotocina que está envolvido na contração uterina e na ovoposição (SILVA *et al.* , 2012). Assim, a dição de LPCa na ração das aves destinadas a produção de ovos pode melhorar o metabolismo da Arginina contribuindo para maior produção de ovos. Contudo, segundo Silva et al (2012) a resposta à suplementação de arginina na ração de matrizes de frangos de corte, apresenta efeito quadrático, de modo que a produção melhora até atingir o ponto máximo e reduz em níveis superiores. Segundo os pesquisadores, a melhoria no desempenho se deve a um melhor ajuste na relação lisina:arginina com o aumento da suplementação de arginina, com posterior desajuste nessa relação por conta do excesso de arginina nos níveis acima do ponto de máxima. Em relação ao efeito negativo, há de se considerar que a arginina é o aminoácido com maior número de moléculas de nitrogênio em sua estrutura e, portanto, haverá maior gasto de energia para excreção, o que pode prejudicar a produção de ovos.

Os efeitos do LPCa sobre o desempenho das codornas reprodutoras corroboram as observações de Isaac *et al.* (2015), que constaram aumento significativo na produção de ovos e melhora na conversão alimentar com a dição de 0,030% de L-PCa na alimentação de poedeiras Lohmann White, com 56 semanas. No entanto, utilizando nível de até 0,060% LPCa na alimentação de poedeiras comerciais da linhagem Hy-Line W36 White, entre 56 e 69 semanas de idade, Nogueira (2017) não verificou efeito significativo para produção de ovos, porém, houve piora na conversão alimentar das aves alimentadas 0,060% LPCa. Por sua vez, Joshi et al (2019) relataram que em ração com 2% de LPCa foi possível observar aumento na produção de ovos com adição de LPCa na proporção de 0,050%, contudo, esse benefício não ocorreu para as aves alimentada com 3 ou 4% de cálcio na ração. Nesse contexto, Laurence (2006) relatou que fatores como idade, temperatura e horário de alimentação, devem ser levados em consideração quanto a utilização do LPCa, uma vez que podem influenciar nas respostas às doses utilizadas.

Para as variáveis de características e qualidade dos ovos (Tabela 3), observou-se que não houve interação entre os fatores para todas as variáveis analisadas. Quanto aos efeitos dos fatores isolados, observou-se que o nível de PB e a adição de LPCa não influenciaram significativamente a densidade específica, Unidade Haugh, espessura da casca, porcentagem de albúmen, gema e casca, enquanto, as linhagens diferiram, apenas, para a densidade específica.

As aves da L1 apresentaram ovos com maior densidade em relação aos ovos das aves da L2. A densidade específica dos ovos tem sido utilizada como um indicador de qualidade da casca, assim ovos com menor densidade específica apresentam menor qualidade da casca (OLIVIERA, 2013). Contudo os resultados para as demais variáveis de qualidade da casca não diferiram entre as linhagens, o que indicar que a diferença entre os resultados da densidade específica dos ovos provavelmente se deve à baixa variabilidade entre os dados obtidos, indicando assim uma diferença significativa, mas que não representa efetivamente um piora nos indicadores de qualidade da casca dos ovos das aves da L2.

A ausência de influência da redução da PB da ração nas características e indicadores de qualidade dos ovos obtidos na presente pesquisa estão de acordo com observações relatadas para reprodutoras de frangos de corte (LOPES; LEESON, 1994). Destaca-se que alterações nos constituintes dos ovos e em sua qualidade em razão da PB da ração estão associadas a mudanças no peso dos ovos das codornas (RATRIYANTO *et al.*, 2017). Assim, quando o peso dos ovos não é alterado em função da PB da ração, normalmente, não são alteradas as proporções dos seus constituintes ou a sua qualidade

(GARCIA *et al.* , 2005; ABDEL-AZEEM, 2011; AGBOOLA *et al.* , 2016; MUHAMMAD *et al.* , 2016).

Tabela 3 - Qualidade de ovos das reprodutoras de codornas de corte de duas linhagens (LIN) alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e suplementação de L-pidolato de cálcio (LPCa).

Fatores	Variáveis					
	DE (g/cm ³)	UH	AL (%)	CS (%)	GE (%)	EC (mm)
Linhagem						
1	1,074a	93,80	61,59	8,06	30,34	0,26
2	1,071b	93,98	61,44	7,96	30,60	0,27
Nível da PB						
22%	1,073	93,78	61,53	8,01	30,45	0,26
19,8%	1,073	94,01	61,50	8,01	30,49	0,27
L-Pidolato de cálcio						
0,0%	1,073	93,55	61,33	8,06	30,61	0,27
0,015%	1,072	94,08	61,66	7,97	30,37	0,26
0,030%	1,073	94,05	61,59	8,00	30,43	0,26
ANOVA		p-valor				
LIN	0,0002	0,4900	0,4940	0,1437	0,2145	0,1574
PB	0,4313	0,3576	0,8866	0,9280	0,8556	0,2793
LPCa	0,7421	0,1589	0,4594	0,5656	0,6229	0,3224
LIN x PB	0,7086	0,7562	0,3075	0,8529	0,2469	0,3783
LIN x LPCa	0,8761	0,2166	0,3389	0,9530	0,3347	0,2416
PB x LPCa	0,1929	0,1369	0,6688	0,3841	0,8834	0,2784
LIN x PB x LPCa	0,9392	0,2237	0,3875	0,6307	0,4190	0,4164
EPM	0,0004	0,1292	0,1054	0,0335	0,0987	0,0050

Fonte: elaborada pela autora. ANOVA = Análise de variância; EPM = Erro padrão da média; Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).

Entre as justificativas para a inclusão do LPCa na ração está a possibilidade de melhoria nos indicadores de qualidade da casca. Contudo esse efeito não foi observado nessa pesquisa para as codornas reprodutoras. Os resultados obtidos se assemelham as observações de Nogueira (2017) e Joshi et al (2019), de que a adição de LPCa para galinhas poedeiras não teve efeito significativo sobre a qualidade da casca dos ovos.

Quanto aos parâmetros de incubação analisados (Tabela 4), observou-se que não houve interação significativa entre os fatores para todas as variáveis analisadas. Quanto aos efeitos dos fatores isolados, não foi verificado efeito significativo da linhagem, nível de PB da ração ou adição LPCa na ração sobre o peso médio dos ovos incubados, o peso das codorninhas ao nascimento, a percentagem de fertilidade e eclosão e eclodibilidade dos ovos.

Tabela 4 - Parâmetros da incubação dos ovos das reprodutoras de codornas de corte de duas linhagens (LIN) alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e suplementação de L-pícolato de cálcio (LPCa).

Fatores	Variáveis				
	Peso do ovo incubado (g)	Peso da codorninha (g)	Eclosão (%)	Eclodibilidade (g)	Fertilidade (%)
Linhagem					
1	12,98	8,77	56,15	65,62	85,43
2	12,82	8,56	57,11	66,22	85,72
Nível da PB					
22%	13,00	8,71	56,45	67,65	83,19
19,8%	12,81	8,62	56,84	64,22	87,97
L-Pícolato de cálcio					
0,0%	12,87	8,59	54,91	65,74	82,76
0,015%	12,89	8,63	54,46	64,87	84,01
0,030%	12,95	8,77	61,00	67,33	90,45
ANOVA		<i>p</i> -valor			
LIN	0,3032	0,1898	0,7795	0,8162	0,9289
PB	0,2122	0,5642	0,9099	0,1876	0,1495
LPCa	0,9021	0,6284	0,2435	0,7377	0,1395
LIN x PB	0,8750	0,8867	0,6424	0,4561	0,9213
LIN x LPCa	0,3499	0,2390	0,3455	0,0884	0,9141
PB x LPCa	0,1277	0,6373	0,8512	0,8145	0,3183
LIN x PB x LPCa	0,9837	0,1102	0,4760	0,4013	0,4847
EPM	0,0742	0,0788	1,6565	1,2765	1,6220

Fonte: elaborada pela autora. ANOVA = Análise de variância; EPM = Erro padrão da média;

Quanto ao efeito da nutrição da matriz sobre o peso do pintinho ao nascer, geralmente as alterações têm sido observadas quando ocorre mudança no tamanho ou nos componentes dos ovos incubados. Assim considerando que o peso e os constituintes dos ovos incubados não variaram significativamente em função dos fatores avaliados, a ausência de efeito significativo no peso das codorninhas ao nascer pode ser considerado esperado. Nesse contexto, Loft et al (2018) relataram que o incremento do nível de PB da ração aumentou o tamanho dos ovos incubados e a tamanho dos pintos ao nascer, obtendo-se piores resultados com o nível de 18% de PB e não houve diferença significativa entre os níveis de 20 e 22% PB. Por sua vez, Acioly (2021) relataram efeito quadrático do nível de PB da ração das codornas reprodutoras de corte sobre o peso das codornas ao nascer, indicando benefício do aumento da PB da ração até um limite máximo de 22,5% de PB, com posterior prejuízo nesse parâmetro com o excesso de PB na ração das reprodutoras.

A alimentação das aves reprodutoras tem papel efetivo na fertilidade das mesmas e nos resultados obtidos na incubação dos ovos. Contudo os efeitos dos níveis de PB da ração sobre o desempenho reprodutivo têm sido variáveis. Alguns estudos têm mostrado que a ingestão de elevado nível de PB pela reprodutora reduz a fertilidade e a eclosão e eclodibilidade, pois aumenta a mortalidade embrionária (LOPEZ; LEESON, 1995a; EK MAY *et al.*, 2013 VAN EMOUS *et al.*, 2015b). Contudo, outros relataram que a fertilidade (Mejia *et al.*, 2012; Van Emous *et al.*, 2015b e Van Emous *et al.*, 2018) e a eclosão e eclodibilidade (Mohiti-Asli *et al.*, 2012) não foram afetadas pelas diferenças na ingestão diária de PB pelas matrizes. Para codornas japonesas reprodutoras, Loft *et al.* (2018), observaram que a PB da ração não influenciou a fertilidade, mas a eclosão e eclodibilidade dos ovos melhorou com o aumento da proteína, obtendo-se piores resultados com o nível de 18% de PB e não houve diferença significativa entre os níveis de 20 e 22% PB.

Para codornas reprodutoras de corte, Acioly (2021) relataram efeito quadrático do nível de PB da ração sobre a fertilidade, eclosão e eclodibilidade o que indica benefício do aumento da PB da ração até um limite máximo, quando o excesso de PB começa a prejudicar esses parâmetros, sendo, portanto, 22% de PB na ração recomendados para essas aves. Nesse contexto, pode-se inferir que a ausência de diferença significativa entre os resultados obtidos para as mudanças nos níveis de PB da ração para as codornas reprodutoras de corte se deve ao fato de que com a redução foi possível atender as exigências para produção de ovos com qualidade adequada para o desenvolvimento embrionário enquanto o maior nível de PB com a ração de 22% não promoveu excesso a ponto de comprometer o desempenho reprodutivo.

Na avaliação do desempenho da progênie (Tabela 5), observou-se que não houve interação significativa entre os fatores para todas as variáveis analisadas. Quanto aos efeitos dos fatores isolados, não foi verificado efeito significativo da linhagem, nível de PB da ração ou adição LPCa na ração sobre ao consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso médio final da progênie aos 21 dias de idade. Considerando que a progênie dos diferentes tratamentos recebeu a mesma alimentação e condições de alojamento e manejo de 1 a 21 dias de idade, a ausência de diferença significativa no desempenho da progênie pode ser associada aos resultados obtidos para o desempenho das matrizes, a qualidade dos ovos e os parâmetros de incubação.

Tabela 5 - Desempenho da progênie oriunda das reprodutoras de codornas de corte de duas linhagens (LIN) alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) e suplementação de L-pidolato de cálcio (LPCa).

Fatores	Variáveis			
	Peso final médio (g/ave)	Consumo (g)	Ganho de peso (g/ave)	CA (Kg/Kg)
Linhagem				
1	133,20	274,19	124,55	2,20
2	136,18	288,34	127,51	2,26
Nível da PB				
22%	135,49	288,66	126,81	2,27
19,8%	133,88	272,87	125,25	2,18
L-Pidolato de cálcio				
0,0%	130,68	267,61	121,96	2,20
0,015%	137,91	291,24	129,37	2,25
0,030%	135,47	283,45	126,77	2,24
ANOVA				
LIN	0,3274	0,1166	0,3269	0,3211
PB	0,5954	0,0609	0,6033	0,1096
LPCa	0,1476	0,0673	0,1315	0,6707
LIN x PB	0,7134	0,2690	0,7513	0,2179
LIN x LPCa	0,4919	0,8696	0,5132	0,8296
PB x LPCa	0,7275	0,6288	0,7176	0,3673
LIN x PB x LPCa	0,9909	0,9717	0,9945	0,8793
EPM	1,4598	4,2315	1,4479	0,0266

Fonte: elaborada pela autora. ANOVA = Análise de variância; EPM = Erro padrão da média;

Os efeitos da alimentação da matriz sobre o desempenho da progênie têm sido variáveis e, geralmente, a sua influência tem sido significativa em estudos nos quais houve alterações significativas no tamanho dos ovos incubados e ou em sua composição. Assim, as respostas no desempenho da progênie em função da PB da ração da matriz de frangos de corte têm variado, de modo Lopes e Leeson (1994) observaram que o peso corporal da progênie aos 7, 21, 35 e 49 dias não foram diferentes entre os níveis de proteína da ração das matrizes de frangos de corte. Lopez e Leeson (1995c) relataram pior conversão alimentar da progênie de reprodutores que foram alimentados com 10 e 12% de PB em a progênie das aves alimentadas com 14 e 16% PB. Todavia, conforme Meija *et al.* (2013), Van Emous *et al.* (2015^a), Van Emous (2015) e Van Emous *et al.* (2018), o nível de PB da ração das matrizes não afetou o desempenho produtivo e os rendimentos de abate da progênie. Para codornas japonesas reprodutoras, Loft *et al.* (2018) relataram que o aumento da PB da ração aumentou o tamanho dos ovos incubados e o peso da progênie aos 7 e 14 dias de idade, obtendo-se piores

resultados com o nível de 18% de PB e não houve diferença significativa entre os níveis de 20 e 22% PB. Por sua vez, Acioly (2021) relataram que o nível de PB da ração das matrizes de codornas de corte não influenciaram significativamente o consumo de ração e a conversão alimentar da progênie no período de 1 a 21 dias de idade, contudo, houve efeito quadrático do nível de PB da ração das reprodutoras sobre o ganho de peso das codornas, indicando benefício do aumento da PB da ração até um limite máximo de 20,3% de PB, com posterior prejuízo nesse parâmetro com o excesso de PB na ração das reprodutoras.

No geral, a redução do nível de PB da ração e a dição de LPCa no nível de 0,03% promoveram aumento da produção de ovos sem alterar a fertilidade e a eclodibilidade dos ovos. Assim, o maior número de ovos produzido pode resultar em maior número de codorninhas disponíveis para produção de carne o que viabiliza economicamente essas práticas. Além disso, se considerarmos que a redução do nível de PB da ração reduz o seu custo, é possível que essa redução viabilize ainda mais a adição do LPCa.

5 CONCLUSÃO

A redução da proteína bruta, de 22% para 19,8%, em ração para matrizes de codornas de corte com 2800 kcal de energia metabolizável ou a adição de 0,030% de LPCa aumenta a produção de ovos sem afetar o tamanho e a qualidade dos ovos para incubação, a fertilidade das aves, a eclosão e eclodibilidade dos ovos, o peso dos pintos ao nascer e o desempenho da progênie até 21 dias de idade.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-AZEEM, F. A. A. *et al.* Influence of qualitative feed restriction on reproductive performance of Japanese quail hens. **Egyptian Poultry Science Journal**, [s.l.], v. 31, n. 4, p. 883-897, 2011.
- ACIOLY, YC. **Exigência proteica para diferentes linhagens de matrizes de codornas de corte na fase de postura**. 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=10986588. Acesso em: 17 ago. 2022.
- AGBOOLA, Adebisi Favour *et al.* Determination of crude protein and metabolisable energy of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during laying period. **Journal of World Poultry Research**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 131-138, 2016.
- ALMEIDA, T. J. O. *et al.* Evolução da produção de codornas para abate e postura no Brasil. **XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX** – Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2013.
- ALSOBAYEL, A. A. Effect of protein rearing diet and age on fertility and hatchability parameters of Saudi Arabian Baladi chickens. **J. King Saudi Univ**, v. 4, p. 47-54, 1992.
- AN, S. Y. *et al.* Effects of different oil sources and vitamin E in breeder diet on egg quality, hatchability and development of the neonatal offspring. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, [s.l.], v. 23, n. 2, p. 234-239, 2010.
- BAIN, M. *et al.* Calcium pidolate improves egg quality when it is fed to commercial layers from 50 weeks of age. In: **29th ANNUAL AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM**, [s.l.], 2018. p. 110.
- BARBOSA, V. M. *et al.* Avaliação da qualidade da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, [s.l.], v. 64, p. 1036-1044, 2012.
- BARKER D.H. Ideal amino acid patterns for broiler chicks. Págs. 223-235 in: D'MELLO, J.P.F. **Amino acids in animal nutrition**. Wallingford: CABI Publishing, 2003. 546p.
- BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In: Simpósio Internacional, 4., / **Congresso Brasileiro de Coturnicultura**, 3., 2010. Lavras. Anais. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2013, 2ª edição revisada. 373p.
- CUFADAR, Y. *et al.* Effects of dietary energy and protein on performance, reproduction traits and nitrogen-excretion of breeder chukar partridges (*Alectoris chukar*). **Revue de Medicine Veterinaire**, [s.l.], v. 161, n. 4, p. 151-156, 2010.
- CECCANTINI, M. L.; YURI, D. Otimização da formulação de ração para poedeiras com base

em aminoácidos digestíveis. In: **V Curso de atualização em avicultura de postura comercial**, 5, 2008 Jaboticabal-SP. Anais... Jaboticabal, p. 31-40, 2008.

CHO, Y. M.; SHIN, I. S.; YANG, C. J. Effects of feeding dried leftover food on productivity of laying hens. **Asian-australasian journal of animal sciences**, [s.l.], v. 17, n. 4, p. 518-522, 2004.

CORRÊA, G.S.S. **Exigências nutricionais de diferentes grupos genéticos de codornas de corte**. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Federal de Minas Gerais, MG, 2006, 175p. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/SSLA-7U2PXL>. Acesso em 18 ago. 2022.

DÄNICKE, Sven *et al.* Effect of soy oil supplementation and protein level in laying hen diets on praecaecal nutrient digestibility, performance, reproductive performance, fatty acid composition of yolk fat, and on other egg quality parameters. **European journal of lipid science and technology**, [s.l.], v. 102, n. 3, p. 218-232, 2000.

DIONIZIO, M. A. *et al.* Dietas com diferentes níveis de lisina para frangos de corte no período de 22 a 41 dias de idade—Efeito sobre a excreção de nitrogênio. In: **Conferência Apinco**. Santos: APINCO, 2005. p. 105-112.

EKMAY, R. D. *et al.* Amino acid requirements of broiler breeders at peak production for egg mass, body weight, and fertility. **Poultry Science**, [s.l.], v. 92, n. 4, p. 992-1006, 2013.

FREITAS, Almir Chalegre de *et al.* Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 34, p. 838-846, 2005.

GALEA, F. Nutrition and food management and their influence on egg quality. In: **Proceedings XLVIII Simposio Científico de Avicultura, Santiago de Compostela**. 2011.

GARCIA, Edivaldo Antonio *et al.* Protein, methionine+ cystine and lysine levels for Japanese quails during the production phase. **Brazilian Journal of Poultry Science**, [s.l.], v. 7, p. 11-18, 2005.

GUNAWARDANA, P.; ROLAND SR, D. A.; BRYANT, M. M. Effect of energy and protein on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in molted Hy-Line W-36 hens. **Journal of Applied Poultry Research**, [s.l.], v. 17, n. 4, p. 432-439, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia Estatística- IBGE. Sistema IBGE. **Tabela 3939 – Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3939>. Acesso em: 17 ago. 2022.

ISAAC, D.; VALDERRAMA, M.; ROULLEAU, X. The effect of incorporation of calcium pidolate and oyster shell on the quantitative and qualitative parameters of egg production. In: **26th annual australian poultry science symposium**. [s.l.], 2015. p. 36.

JORDÃO FILHO, J. *et al.* Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 35, p. 1728-1734, 2006.

JOSHI, N. *et al.* Effect of Calcium Pidolate on Egg Production and Egg Quality during Last

Phase of Production Cycle with Reducing Levels of Inorganic Calcium. **International Journal of Livestock Research**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 125-133, 2019.

KHAJALI, F. *et al.* Production performance and egg quality of Hy-line W36 laying hens fed reduced-protein diets at a constant total sulfur amino acid: lysine ratio. **Journal of Applied Poultry Research**, [s.l.], v. 17, n. 3, p. 390-397, 2008.

KIDD, M. T. A treatise on chicken dam nutrition that impacts on progeny^{1, 2}. **World's Poultry Science Journal**, [s.l.], v. 59, n. 4, p. 475-494, 2003.

KING'ORI, A. M. *et al.* Effect of dietary crude protein levels on egg production, hatchability and post-hatch offspring performance of indigenous chickens. **International Journal of Poultry Science**, [s.l.], v. 9, n. 4, p. 324-329, 2010.

LAURENCEAU R. Composición para aves de corral ponedoras que contiene L- pidolato de cálcio. **Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana**, [Internet]. Feb 2007. [cited 2022 April 18] Available from: <https://patents.google.com/patent/ES2265686T3/es>. Spanish.

LEESON, Steve; CASTON, L. J. Response of laying hens to diets varying in crude protein or available phosphorus. **Journal of Applied Poultry Research**, [s.l.], v. 5, n. 3, p. 289-296, 1996.

LI, F. *et al.* Effects of metabolizable energy and balanced protein on egg production, quality, and components of Lohmann Brown laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 36-46, 2013.

LIMA, R. C. *et al.* Exigência nutricional de proteína bruta para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de postura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 66, p. 1234-1242, 2014.

LOPEZ, Gregorio; LEESON, Steve. Response of older broiler breeders to medium-high intakes of protein. **Journal of Applied Poultry Research**, [s.l.], v. 3, n. 2, p. 157-163, 1994.

LOPEZ, GREGORIO; LEESON, STEVE. Response of broiler breeders to low-protein diets.: 1. Adult breeder performance. **Poultry Science**, [s.l.], v. 74, n. 4, p. 685-695, 1995a.

LOPEZ, GREGORIO; LEESON, STEVE. Response of broiler breeders to low-protein diets.: 2. Offspring performance. **Poultry Science**, [s.l.], v. 74, n. 4, p. 696-701, 1995b.

LOTFI, E. *et al.* Influence of different dietary levels of energy and protein on reproductive and post hatch growth performance in Japanese quails. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 137-145, 2018.

MACARI, Marcos; FURLAN, Renato Luis; GONZALES, Elisabeth. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, 1994.

MURAMATSU, Tatsuo *et al.* Effect of protein starvation on protein turnover in liver, oviduct and whole body of laying hens. **Comparative biochemistry and physiology. B, Comparative biochemistry**, [s.l.], v. 87, n. 2, p. 227-232, 1987.

MEJIA, L.; MCDANIEL, C. D.; CORZO, A. Dietary influence of digestible lysine

concentration on Cobb 500 hen broiler breeder reproductive performance. **Poultry science**, [s.l.], v. 91, n. 2, p. 426-431, 2012.

MEJIA, L. *et al.* Evaluation of carryover effects of dietary lysine intake by Cobb 500 broiler breeder hens. **Poultry Science**, [s.l.], v. 92, n. 3, p. 709-718, 2013.

MOHITI-ASLI, M. *et al.* Effects of feeding regimen, fiber inclusion, and crude protein content of the diet on performance and egg quality and hatchability of eggs of broiler breeder hens. **Poultry science**, [s.l.], v. 91, n. 12, p. 3097-3106, 2012.

MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C. Metabolismo proteico em aves. In: **Curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves**, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: UNESP, 2004.

MUHAMMAD N, ALTINE S, ABUBAKAR A, Chafe UM, SAULAWA LA, Garba MG, Yusuf A. Effect of varying protein levels and preservation methods on egg production performance and internal egg qualities of Japanese quails in a semi-arid environment. **European Journal of Basic and Applied Sciences Vol**, [s.l.], v. 3, n. 3, 2016.

MUNIZ, J. C. L.; SILVA, A. D.; TIZZIANI, T. **Criação de codornas**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2018. 277p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL *et al.* Nutrient requirements of poultry ninth revised edition National Academy Press. **Washington DC**, v. 10, p. 2114, 1994. Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition, 1994. Disponível em: <http://nap.edu/2114>. Acesso em: 18 ago. 2022.

NOGUEIRA, HS. **Desempenho e qualidade óssea de galinhas poedeiras tratadas com l-pidolato de cálcio**. Universidade Estadual Paulista – UNESP – São Paulo – Brasil, 2017. https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5105773.

NONIS, M. K.; GOUS, R. M. Modelling changes in the components of eggs from broiler breeders over time. **British poultry science**, [s.l.], v. 54, n. 5, p. 603-610, 2013.

OLIVEIRA, BL de; OLIVEIRA, DD de. Qualidade e tecnologia de ovos. **Lavras: Editora UFLA (Universidade Federal de Lavras)**, v. 223, 2013.

OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, V. M. Manejo de ovos férteis: revisão de literatura. **Nutritime Revista Eletrônica**, [s.l.], v. 15, n. 06, 2018.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, WP de; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica nutritime**, [s.l.], v. 9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.

PAVAN, Ana Cláudia *et al.* Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 34, p. 568-574, 2005.

PEEBLES, E. D. *et al.* Market age live weight, carcass yield, and liver characteristics of broiler offspring from breeder hens fed diets differing in fat and energy contents. **Poultry Science**, [s.l.], v. 81, n. 1, p. 23-29, 2002.

- PEARSON, R. Anne; HERRON, Kathleen M. Effects of maternal energy and protein intakes on the incidence of malformations and malpositions of the embryo and time of death during incubation. **British Poultry Science**, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 71-77, 1982.
- PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry science**, [s.l.], v. 82, n. 1, p. 100-105, 2003.
- PÉREZ-BONILLA, A. *et al.* Effects of energy concentration of the diet on productive performance and egg quality of brown egg-laying hens differing in initial body weight. **Poultry science**, [s.l.], v. 91, n. 12, p. 3156-3166, 2012.
- PESTI, G.M. Temperatura ambiente e exigências de proteína e aminoácidos para poedeiras. **Simpósio Internacional de Não Ruminantes**, Lavras. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1992. p.208-219.
- RASHID, H. O.; HUWAJDA, E. E.; IBRAHIM, A. Yousif^o. Effect of Dietary Protein Level and Strain on Growth. **International Journal of Poultry Science**, [s.l.], v. 11, n. 10, p. 649-653, 2012.
- RATRIYANTO, Adi; INDRESWARI, R.; NUHRIAWANGSA, A. M. P. Effects of dietary protein level and betaine supplementation on nutrient digestibility and performance of Japanese quails. **Brazilian journal of poultry science**, [s.l.], v. 19, p. 445-454, 2017.
- RETES, P. L. Proteína bruta na dieta e características reprodutivas de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) machos e fêmeas. Universidade Federal de Lavras (UFLA) 2018. Repositório UFLA. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/34320>. Acesso em: 18 ago. 2022.
- REZENDE, M. J. M. *et al.* Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Sciences** [s.l.], v. 26, n3, p353-358, 2004.
- RIPPEL, D. N. *et al.* **Determinação do perfil dos consumidores de carne de codorna na cidade de Montes Claros – MG**. Anais Zootec Santos – SP, 2017.
- RI, Eishu *et al.* Effects of dietary protein levels on production and characteristics of Japanese quail eggs. **The Journal of Poultry Science**, [s.l.], v. 42, n. 2, p. 130-139, 2005.
- ROSTAGNO, Horacio Santiago *et al.* Tabelas brasileiras para aves e suínos. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**, [s.l.], v. 2, p. 186, 2011.
- SACCONI, Valentina; LORENZO PURI, Pier. Epigenetic regulation of skeletal myogenesis. **Organogenesis**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 48-53, 2010.
- SAKOMURA, Nilva Kazue; ROSTAGNO, Horacio Santiago. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2014.
- SAKOMURA, K. N. *et al.* **Nutrição de não ruminantes**. Editora FUNEP: Jaboticabal – SP. 678p. 2014.
- SHIM, M. Y. *et al.* Effects of balanced dietary protein levels on egg production and egg

quality parameters of individual commercial layers. **Poultry science**, [s.l.], v. 92, n. 10, p. 2687-2696, 2013.

SILVA, Edson Lindolfo da *et al.* Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 35, p. 822-829, 2006.

SILVA, L. M. G. S. *et al.* Effects of dietary arginine supplementation on broiler breeder egg production and hatchability. **Brazilian Journal of Poultry Science**, [s.l.], v. 14, p. 267-273, 2012.

SILVA, JHV da; COSTA, FGP. Tabela para codornas japonesas e europeias. **Jaboticabal: Funep**, 2009.

SILVA, A. F. *et al.* Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 70, p. 913-920, 2018.

SPRATT, R. S.; LEESON, S. Broiler breeder performance in response to diet protein and energy. **Poultry Science**, [s.l.], v. 66, n. 4, p. 683-693, 1987.

STEENHUISEN, E.; GOUS, R. M. The response of broiler breeder hens to dietary balanced protein. **South African Journal of Animal Science**, [s.l.], v. 46, n. 3, p. 269-277, 2016.

UĞURLU, M. *et al.* Effects of protein in diet and sex ratio on egg production, egg and hatching chick weight, fertility, hatchability and embryonal mortality in pheasants (*Phasianus Colchicus*). **Brazilian Journal of Poultry Science**, [s.l.], v. 19, p. 231-238, 2017.

VAN EMOUS, R. A. *et al.* Effects of growth patterns and dietary protein levels during rearing of broiler breeders on fertility, hatchability, embryonic mortality, and offspring performance. **Poultry Science**, [s.l.], v. 94, n. 4, p. 681-691, 2015a.

VAN EMOUS, R. A. *et al.* Effects of dietary protein levels during rearing and dietary energy levels during lay on body composition and reproduction in broiler breeder females. **Poultry Science**, [s.l.], v. 94, n. 5, p. 1030-1042, 2015b.

VAN EMOUS, R. A.; DE LA CRUZ, C. E.; NARANJO, V. D. Effects of dietary protein level and age at photo stimulation on reproduction traits of broiler breeders and progeny performance. **Poultry science**, [s.l.], v. 97, n. 6, p. 1968-1979, 2018.

VAN EMOUS, Rick. **Body composition and reproduction in broiler breeders: impact of feeding strategies**. 2015. Tese de Doutorado. Wageningen University and Research, USA. 2015.

WHITEHEAD, C. C.; BOWMAN, A. S.; GRIFFIN, H. D. The effects of dietary fat and bird age on the weights of eggs and egg components in the laying hen. **British Poultry Science**, [s.l.], v. 32, n. 3, p. 565-574, 1991.

VILELLA, J. **Tecnologia & Vitaminas**. pidolato de calcio es más que una fuente de calcio altamente disponible. 2016. Disponível em: <https://tecnovit.net/noticias-tecnovit/pidolato-de-calcio>. Acesso em: 26 abril 2022.

ZAHEER, Khalid *et al.* An updated review on chicken eggs: production, consumption, management aspects and nutritional benefits to human health. **Food and Nutrition Sciences**, [s.l.], v. 6, n. 13, p. 1208, 2015.

ZIMMERMAN, Ray A. Management of egg size through precise nutrient delivery. **Journal of Applied Poultry Research**, [s.l.], v. 6, n. 4, p. 478-482, 1997.

ZUIDHOF, M. J. *et al.* Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. **Poultry science**, [s.l.], v. 93, n. 12, p. 2970-2982, 2014.