

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**DESEMPENHO E QUALIDADE ÓSSEA DE GALINHAS POEDEIRAS TRATADAS
COM L-PIDOLATO DE CÁLCIO®**

Henrique de Sousa Nogueira

Zootecnista

Jaboticabal –São Paulo - Brasil

Outubro 2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**DESEMPENHO E QUALIDADE ÓSSEA DE GALINHAS POEDEIRAS TRATADAS
COM L-PIDOLATO DE CÁLCIO®**

Henrique de Sousa Nogueira

Orientadora: Profa. Dra. Silvana Martinez Baraldi Artoni

Coorientador: Prof. Dr. Edney Pereira da Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal,
como parte das exigências para a obtenção do título de
Mestre em Zootecnia (Produção Animal).

Jaboticabal –São Paulo - Brasil

Outubro 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Nogueira, Henrique de Sousa

Desempenho e qualidade óssea de galinhas poedeiras tratadas
N778d com L-pidolato de cálcio® / Henrique de Sousa Nogueira. – –
Jaboticabal, 2017
v, 70 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientadora: Silvana Martinez Baraldi Artoni

Coorientador: Edney Pereira da Silva

Banca examinadora: Lizandra Amoroso, Nilce Maria Soares

Bibliografia

1. Casca-resistência. 2. Casca-qualidade. 3. Densitometria. 4. Ovo-
galinha. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 637.41:636.5

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESEMPENHO E QUALIDADE ÓSSEA DE GALINHAS POEDEIRAS
TRATADAS COM L-PIDOLATO DE CÁLCIO®

AUTOR: HENRIQUE DE SOUSA NOGUEIRA

ORIENTADORA: SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI

COORDINADOR: EDNEY PEREIRA DA SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ZOOTECNIA, pela
Comissão Examinadora:

Profa. Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Pesquisadora Dra. NILCE MARIA SOARES
Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento / Instituto Biológico - Bastos/SP

Profa. Dra. LIZANDRA AMOROSO
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 23 de agosto de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

HENRIQUE DE SOUSA NOGUEIRA – Zootecnista, filho de Odilon Natal Nogueira e Dirce Roque de Sousa Nogueira, nasceu em Rio Verde, Estado de Goiás, no dia 16 de julho de 1986. Coursou os Ensinos Fundamental em (Goiânia – GO) e o ensino médio na cidade natal (Rio Verde – GO). Em 2009, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual Paulista (UNESP), sendo bolsista pelo projeto de extensão Cursinho Ativo. Estagiou na empresa Agrocere, na área de produção animal, no município de Patrocínio- MG. Em março de 2015, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia com ênfase na área de Produção Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV), Campus de Jaboticabal. Participou de pesquisas no laboratório de densitometria óssea, pertencente ao Departamento de Morfologia e Fisiologia animal. Em julho de 2017, submeteu-se à banca examinadora para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

EPÍGRAFE

“Todos os dias quando acordo
Não tenho mais o tempo que passou
Mas tenho muito tempo”
Renato Russo

Ao Odilon Natal Nogueira e à Dirce Roque de Sousa Nogueira pelo incentivo às minhas escolhas e pela dedicação e paciência durante toda minha trajetória

DEDICO

*Às minhas irmãs Denise e Simone pelo companheirismo, momentos felizes e
admiração*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sabedoria e por ter concedido saúde e oportunidades na vida pessoal e profissional;

A toda família Nogueira pelo incentivo, pelos ensinamentos, união e suporte;

À faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, e seus funcionários pelo suporte acadêmico na Graduação e Pós Graduação;

À CAPES pelo fomento à esta pesquisa;

À minha orientadora Prof^a Dr^a Silvana Martinez Baraldi Artoni pelo seu imenso coração, carinho, respeito e paciência. Foi fundamental para condução e finalização deste projeto de pesquisa, contribuindo muito com seus conhecimentos;

Ao meu coorientador Prof. Dr Edney Pereira da Silva, pelas oportunidades, amizade e por me auxiliar, além do trabalho, a compreender melhor a importância da Zootecnia da Pós Graduação;

À empresa UNIQUÍMICA, pela parceria e pelo projeto realizado;

À Prof^a Dr^a Lizandra Amoroso e à Dr^a Michele Bernardino de Lima pelas considerações oportunas para conclusão e finalização do trabalho;

Aos funcionários do setor de Avicultura e do Departamento de Anatomia e Fisiologia;

À Thaisa Calvo Fugineri Moreti pelo companheirismo, paciência, momentos agradáveis, cobranças e por compartilhar suas experiências com amor e respeito;

À todos os colegas que de alguma forma ou outra conviveram comigo e me motivaram durante esse processo;

A todos que se dedicam a esta profissão maravilhosa que visa a produção animal de forma racional e eficiente.

SUMÁRIO

RESUMO	IV
ABSTRACT	V
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	2
3.1. QUALIDADE DE OVOS E SUA FORMAÇÃO	2
3.2. L - PIDOLATO DE CÁLCIO®	6
3.4. ESTRUTURA ÓSSEA, QUALIDADE DA CASCA DE OVO E COLÁGENO	12
3.5. DENSITOMETRIA ÓSSEA	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. OBSERVAÇÕES ANTES DO INÍCIO DO EXPERIMENTO	18
4.2. ANIMAIS, MANEJO E CONDIÇÕES DO AMBIENTE	20
4.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
4.4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS E COLETA DE DADOS	22
4.5. MORTALIDADE	25
4.6. VARIÁVEIS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6. CONCLUSÕES	42
7. REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Vista transversal do corte da casca do ovo. Adaptado de HINCKE et al., 2012. 5
- Figura 2 Mecanismo de ação do L - pidolato de cálcio®. Adaptado de VILELLA, 2016. 7
- Figura 3 Metabolismo da arginina, mostrando as principais enzimas, moléculas intermediárias e produtos finais. Adaptado de DUFF;DALY, 2002. 9
- Figura 4 Ciclo da ureia. Adaptado de DUFF; DALY, 2002. 10
- Figura 5 Síntese de citrulina e prolina em mamíferos. CPSI – carbamoil fosfato sintetase, OCT – ornitina carbamailtransferase, OAT – ornitina aminotransferase, P-5-C pirrolina-5-carboxilato. Adaptado de WU et al.,1995. 12

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Composição percentual e calculada das dietas experimentais. 21
- Tabela 2 Tratamentos e inclusão do L -pidolato de cálcio®. 22
- Tabela 3 Média de consumo de ração (g) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade. 26
- Tabela 4 Média da produção de ovos (%) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade. 29
- Tabela 5. Médias do peso de ovos (g) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade. 30
- Tabela 6. Médias da massa de ovos (g) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade. 31
- Tabela 7. Médias da conversão alimentar (Kg/Kg) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade. 33
- Tabela 8. Médias da resistência da casca de ovos (Kgf) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 68 semanas de idade. 34
- Tabela 9. Médias do peso da casca de ovos (g) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 68 semanas de idade. 36

Tabela 10. Médias da espessura da casca dos ovos (mm) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 68 semanas de idade. 37

Tabela 11. Médias da Unidade Haugh de ovos (mm) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 68 semanas de idade. 38

Tabela 12. Médias da gravidade específica dos ovos (g/cm³) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 69 semanas de idade. 39

Tabela 13. Médias do conteúdo mineral ósseo (g) e da densidade mineral óssea (g/cm²) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 com 69 semanas de idade tratadas com L – pidolato de cálcio®. 40

Tabela 14. Médias do conteúdo mineral ósseo (g) e da densidade mineral óssea (g/cm²) de tibiotarsos de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® com 69 semanas de idade comparadas com a dieta controle. 41

Tabela 15. Médias dos parâmetros macroscópico de tibiotarsos de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® com 69 semanas de idade comparadas com a dieta controle. 42

DESEMPENHO E QUALIDADE ÓSSEA DE GALINHAS POEDEIRAS TRATADAS COM L-PIDOLATO DE CÁLCIO®

RESUMO – Para se conseguir alcançar a crescente demanda de ovos comercial é necessário entender os fatores responsáveis na produção desse produto. Assim o desempenho produtivo tal como a qualidade dos ovos e as condições fisiológicas da ave são muito relevantes para tal objetivo. O presente trabalho teve como objetivo, avaliar a eficácia do L - pidolato de cálcio®, precursor de dois aminoácidos (prolina e arginina) que estão presentes na constituição da membrana interna do ovo e ossos, sobre o desempenho produtivo e sobre a qualidade de ovos bem como a qualidade óssea de galinhas poedeiras Hy-line W36 no período de 56 a 69 semanas de idade. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Ciências Avícolas (LAVINESP), do departamento de Zootecnia da UNESP- FCAV, Câmpus de Jaboticabal no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017. Foram testados 10 tratamentos compostos de duas dietas e 5 níveis de L - pidolato de cálcio®, resultando assim um esquema fatorial cruzado 2×5, com oito repetições de seis aves cada, totalizando unidades experimentais e um total de 480 aves. Foram utilizados quatro blocos, com duas repetições por bloco, constituídos de faixas de peso. As medidas foram realizadas sobre as mesmas unidades experimentais durante 13 semanas, totalizando 91 dias de ensaio. Não foi possível observar nas medidas avaliadas um nível exato para que se obtenha o melhor resultado em todas elas. No entanto, apresentou efeito das dietas formuladas com grande frequência, durante o período avaliado. Isto pode ser observado nas medidas de consumo de ração, resistência de casca, unidade Haugh, conteúdo mineral ósseo, resistência óssea, comprimento do tibiotarso, peso do tibiotarso e índice Seedor. A redução em 30% de arginina na dieta afetou o desempenho zootécnico das aves. Esta pesquisa suporta a recomendação de 150 g do L-pidolato de Cálcio® por tonelada de ração para melhora da resistência e peso da casca do ovo.

Palavras-chave: resistência de casca, qualidade de casca, densitometria

PERFORMANCE AND BONE QUALITY OF LAYING HENS TREATED WITH L-PIDOLATE OF CALCIUM®

ABSTRACT – To achieve a growing demand for commercial eggs, it is necessary to understand the factors of production in the production of the product. Thus, productive performance as a quality of eggs and as physiological conditions of the bird are very relevant to the objective. The L – pidolato calcium®, a precursor of two amino acids (proline and arginine) are present in the constitution of the inner membrane of the egg and bones, on the productive performance and on the quality of eggs as well as a bone quality of laying hens Hy-line W36 in the from 56 to 69 weeks of age. The work was conducted at the Laboratory of Poultry Sciences (LAVINESP), Department of Zootecnics of UNESP-FCAV, Campus of Jaboticabal in the period of November 2016, February 2017. Ten treatments were tested, composed of two diets and five levels of L-pidolate of calcium®, resulting in a 2 × 5 cross factorial scheme, with eight replicates of six birds each, totaling experimental units and a total of 480 birds. Four blocks were used, with two replicates per block, consisting of weight bands. Measurements were performed on the same experimental units for 13 weeks, totaling 91 days of testing. It was not possible to observe the measures evaluated, exist to obtain the best result in all of them. However, the formulated diets were presented with great frequency during the period evaluated. This can be observed in measures of feed intake, bark resistance, Haugh unit, albumen weight, bone mineral content, bone strength, tibiotarsus length, tibiotarsus weight and Seedor index. A 30% reduction in arginine in the diet affected the performance of poultry. This research supports the recommendation of 150 g of L-pidolate of calcium® per ton of feed for improved resistance and egg shell weight.

Keywords: egg shell resistance, shell quality, densitometry

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a avicultura no Brasil tem sido fortemente caracterizada como um setor moderno, cujo incentivo deu-se mediante ao espaço adquirido pelas exportações de carne de frango no país, desde a década de 70 (BELUSSO; HESPANHOL, 2010). A partir de então, este segmento apresenta-se como um dos maiores representantes do “agrobusiness”, sob esfera mundial e nacional (COELHO; BORGES, 1999).

À produção de ovos, segundo a Associação brasileira de proteína animal (ABPA), apontam que o Brasil exibiu recorde histórico de produção em 2016, com acréscimo de 6% em relação ao ano anterior. A produção de ovos atingiu 39,5 bilhões de unidades, caracterizando o país como destaque em meio a esta finalidade de produção (ABPA, 2016).

Neste sentido, apresenta-se a necessidade de avaliar critérios relacionados com a qualidade do ovo. Esta por sua vez, implica em investigar as condições de qualidade consideradas pelos consumidores, processadores e produtores (ALLEONI; ANTUNES, 2001), a fim de que grandes perdas sejam evitadas (SECHINATO; ALBUQUERQUE; NAKADA, 2006). Para tanto, empresários da produção de ovos comerciais devem se preocupar com: peso do ovo, resistência da casca, idades, sujeiras e quebras (ALLEONI; ANTUNES, 2001).

O desempenho dos animais depende, diretamente, da qualidade dos ingredientes utilizados na dieta (CARVALHO et al., 2016). O L - pidolato de cálcio® é um sal cristalino solúvel em água. Sua inclusão na dieta de poedeiras é feita para melhorar a resistência mecânica e aparência da casca dos ovos. Os mecanismos para a incorporação de cálcio na casca de ovo são pouco conhecidos, muito embora, a hipótese mais provável é que o L - pidolato de cálcio® esteja associado à melhoria na assimilação do cálcio no metabolismo para formação da casca do ovo. A inclusão do L - pidolato de cálcio® pode variar de 150 e 1200 g/tonelada de ração, que vai depender da idade das galinhas, tempo de fornecimento e temperatura do ambiente (LAURENCEAU, 2007).

A importância do cálcio no suprimento energético das poedeiras consiste na sua atividade acerca das funções vitais, estruturais, e, dentre demais incumbências, auxilia na formação do ovo, uma vez que compõe boa parte do peso da casca (NUNES et al., 2012). Perante o exposto, o incremento na quantidade de cálcio na

dieta de poedeiras influi diretamente no aporte de cálcio presente na casca dos ovos (PELICIA et al., 2009; VELLASCO et al., 2016).

No entanto, a baixa rigidez óssea e disfunções esqueléticas, como a osteoporose, é uma realidade nas poedeiras modernas (SWIATKIEWICZ; ARCZEWSKA-WLOSEK; JOZEFIAK, 2015). Isso acontece, pois, o osso medular é fonte lábil de cálcio podendo ser mobilizado para a formação da casca do ovo, comprometendo assim a quantidade desse mineral no osso (WHITEHEAD, 2004).

2. OBJETIVOS

Avaliar a eficácia do L - pidolato de cálcio[®] sobre o desempenho produtivo e sobre a qualidade de ovos bem como a qualidade óssea de galinhas poedeiras Hy-line W36 no período de 56 a 69 semanas de idade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Qualidade de ovos e sua formação

A qualidade dos ovos está diretamente associada as condições físicas e químicas de seus componentes internos e da casca do ovo. Internamente, o ovo é constituído pela gema que está localizada na parte central do ovo e é sustentada por filamentos em espiral chamados chalazas e pela clara do ovo (Albumen) que é constituída pela camada líquida interna, camada densa e camada líquida externa (NYS; GUYOT, 2011).

Segundo Karoui et al. (2009), a clara do ovo representa 67% do conteúdo interno do ovo com pH que varia de 7,6 a 7,9 em ovos frescos. A clara do ovo é constituída predominantemente por água (88,5%), albumina (10%), lipídios (0,03%), carboidratos (0,9%) e 0,5% de minerais. A gema representa 33% da fração líquida do ovo onde se concentra praticamente toda fração lipídica e vitaminas do ovo.

A casca do ovo possui 98,5% de matéria seca. Desta fração 95,1% são sais minerais e 3,3% de proteína. A fração mineral é composta por CaCO_3 (98,43%), MgCO_3 (0,84%) Ca_3PO_4 (0,75%). O cálcio é absorvido do intestino, passa para a corrente sanguínea e então, o cálcio livre será utilizado na formação do osso medular, casca ou excretado (CARBÓ, 1987).

O ovo incompleto (gema, albumen e membranas), chega ao útero, cinco horas após a ovulação, onde ocorre a mineralização por um processo de precipitação controlada de íons de cálcio e bicarbonato sobre a membrana externa (KETTA;

TŮMOVÁ, 2016). A deposição de minerais na casca perdura aproximadamente 16 horas das 20 horas que ele permanece neste segmento do oviduto pois ocorre também na casca a deposição de uma cutícula protetora e a pigmentação (HESTER, 2017).

Desta forma, Mateos e Coren (1991) relacionaram três principais fatores que influenciam a qualidade da casca. As relações com as estruturas das membranas internas da casca e a capacidade de deposição das capas calcificadas; influência do processo de deposição de minerais na casca, ingredientes e contaminantes; problemas relacionados ao melhoramento genético, características corporais necessidades ambientais, comportamento, idade, adaptação ao ambiente, às instalações, problemas fisiológicos, o manejo de cria, de recria e de produção, dentre outros.

Assim, para que um ovo seja formado, é preciso que a ave consuma diariamente a quantidade adequada de cálcio e fósforo. Isto é importante, pois esses minerais estão presentes na estrutura óssea, equilíbrio ácido-básico, sistema enzimático e na composição da casca do ovo (VELLASCO et al., 2016).

O osso medular funciona é reserva lábil de cálcio, que pode ser mobilizada a qualquer momento durante a calcificação da casca do ovo (ITO, 1998). Diante deste contexto, Butcher e Miles (2003) afirmaram que uma franga com 18 semanas de idade requer aumento nutricional no cálcio dietético. Portanto, a troca para a ração de postura deve ocorrer de forma rápida para evitar alta mortalidade, menor consumo de ração, menor tamanho dos ovos, maior porcentagem de quebra e trinca dos ovos e ossos mais frágeis.

Com o avançar da idade, a poedeira reduz sua capacidade de absorver cálcio, por isso recomenda-se o incremento deste elemento à dieta. Em relação ao fósforo, a redução deste elemento pode também melhorar a qualidade da casca do ovo em poedeiras acima de 50 semanas de idade (LLOBET et al. 1989b; LESSON; SUMMERS, 1997). Outro ponto importante a ser levado em consideração é que: à medida que a galinha envelhece, há aumento de até 20% no peso do ovo, sem aumento proporcional no peso da casca e todo o cálcio presente precisa ser distribuído por uma superfície maior de casca (LLOBET et al., 1989a; BUTCHER e MILES, 2003). Desta forma, Albatshan et al. (1994) relataram que poedeiras de 57 semanas apresentaram diminuição na espessura de casca de 9,79% em relação àquelas aves com 22 semanas.

A casca do ovo deve ser bem formada, uma vez que sua função é proteger o conteúdo existente em seu interior. Dentre os parâmetros que definem a qualidade da casca, pode-se citar o peso específico e a sua relação com a porosidade da casca, uma vez que o peso específico apresenta correlação positiva com a espessura e negativa com a concentração de poros (LEESSON; SUMMERS, 2000).

A estrutura da casca é perfeitamente ordenada sendo dividida em camadas e formada a partir da deposição sequencial de frações orgânicas e minerais que ocorrem nos segmentos do istmo e útero da galinha (SOLOMON, 1992). A porção orgânica da casca é encontrada nas membranas; nos sítios mamilares de nucleação; e, na cutícula. A fração calcificada é composta pela camada mamilar (ou camada de botões mamilares), camada em paliçada e camada de cristal vertical (HUNTON, 2005).

Ainda para Solomon (1992), na região do istmo há secreção das membranas da casca pelas glândulas tubulares. Nesta região também se originam os sítios mamilares de nucleação, ao redor dos quais os sais de cálcio se depositam. O processo de calcificação ocorre nas porções iniciais do útero, onde começa a formação da camada mamilar. Em sequência, o ovo permanece no útero finalizando a formação da camada de botões mamilares, camada em paliçada, camada de cristal vertical e a cutícula (CHIEN et al., 2009). Na sequência da formação da casca, as primeiras camadas correspondem às membranas interna e externa. Estas membranas se encontram ligadas entre si, exceto na região que compreende a câmara de ar.

A membrana interna contorna o albúmen enquanto a membrana externa permanece ligada à porção calcificada da casca. Ambas têm aspecto de uma cadeia de fibras entrelaçadas com pequenas protuberâncias (LEACH JR., 1992).

As membranas da casca são semipermeáveis e permitem a troca de gases e água enquanto retém as proteínas do albúmen (BOARD, 1980). Segundo Krampitz e Grazer (1988), essas estruturas agem como um “filtro” contra a entrada de microrganismos e também são pré-requisitos para a adequada mineralização da casca, visto que o crescimento de cristais é iniciado casualmente a esta região.

Em relação à deposição de carbonato de cálcio na forma de calcita se inicia em agregados específicos, os chamados sítios mamilares de nucleação, que são formados nas membranas da casca. Estes núcleos orgânicos consistem num complexo proteína-mucopolissacarídeo e a presença de ovoalbumina, lisozima e

ovotransferrina também têm sido demonstradas nestes locais ligadas à membrana da casca (CHIEN et al., 2009). A camada paliçada da casca (Figura 1) estende-se além da base da camada mamilar e termina alinhada perpendicularmente à superfície da casca numa fina camada de cristal vertical.

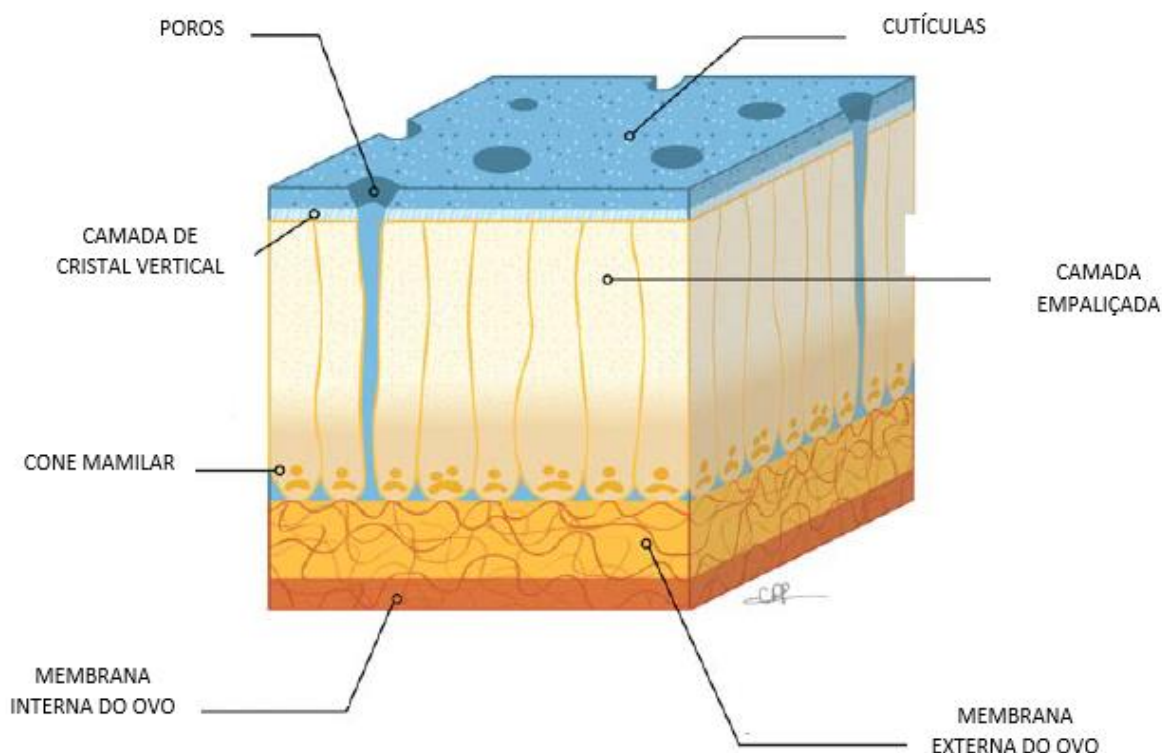


Figura 1 Vista transversal do corte da casca do ovo. Adaptado de HINCKE et al., 2012.

O ciclo de postura de ovos das aves é um exemplo notável de como o sistema homeostático de cálcio extracelular se ajusta para grandes mudanças nas necessidades do organismo em cálcio. As galinhas poedeiras depositam uma quantidade de Ca^{2+} no ovo na ordem de 10% do que está presente em todo o seu esqueleto. Este Ca^{2+} deve ser adquirido a partir de fontes dietéticas e do esqueleto, durante algumas horas (BROWN; MACLOAD, 2001). Subsequentemente, no entanto, o Ca^{2+} perdido a partir do esqueleto deve se rapidamente repostado, para evitar o esgotamento progressivo das reservas esqueléticas de Ca^{2+} ao longo do ciclo de postura. Estes grandes fluxos de Ca^{2+} exigem que todo o Ca^{2+} iônico do plasma da galinha seja entregue em um tempo constante da ordem de minutos (HURWITZ, 1973).

No entanto, o mecanismo homeostático mineral iônico da galinha é capaz de manter quase invariável o nível de Ca^{2+} no soro (DIAZ et al., 1997). Tal precisão no controle do Ca^{2+} extracelular, é crucial para assegurar a disponibilidade constante de Ca^{2+} para os processos vitais, tais como a secreção hormonal e a contratilidade cardíaca. Desta forma, o L - pidolato de cálcio, fornece prontamente o cálcio pois tornando o cálcio mais disponível para ser absorvido e utilizado para desempenhar suas funções no organismo animal

Para investigação referente à qualidade de ovos, Assuena et al. (2008), considera os parâmetros: gravidade específica, unidade Haugh, porcentagem de casca e espessura, variáveis adequadas para avaliar a qualidade dos ovos.

3.2.L - pidolato de Cálcio®

Os sais de cálcio associados à vitamina D são amplamente utilizados para prevenção e tratamento da osteoporose (NÚÑEZ; CARBALLADA; BOQUETE, 2012), pois sua utilização está amplamente relacionada ao desenvolvimento ósseo (ROLLEAU; POLLET; ALLENO, 2015).

De acordo com Rico et al. (1990), o L - pidolato de cálcio® é um sal cuja absorção é mais fácil quando se comparado aos outros sais consumidos por idosos. Tal fato leva a consideração de que este composto poderia ser eficaz no tratamento e prevenção da osteoporose.

Na literatura o L - pidolato de cálcio® é encontrado também com a denominação piroglutamato de cálcio ou carboxilato de pirrolidona de cálcio (LAURENCEAU, 2002). O ácido glutâmico ($\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_4\text{N}$), extraído da Beterraba passa por uma reação de desidratação para formação do ácido pidólico, o qual reage com óxido de cálcio (CaO) em uma reação de desidratação formando o L - pidolato de cálcio®.

Sua fórmula molecular é $\text{CaC}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_6$ cujo peso molecular é 296 g/mol. O L - pidolato de cálcio® é um sal de cálcio cuja composição se dá acerca de 13,5% de cálcio e 86,5% de ácido pidólico, com alto valor de solubilidade (LAURENCEAU et al., 2011; AL-ZAHRANI; ROBERTS, 2016a)

Na figura 2, cerca de 80% do cálcio da molécula de L - pidolato de cálcio® é prontamente absorvido por difusão passiva e 20% são absorvidos por proteína carreadora de cálcio. O L - pidolato de cálcio® é precursor na síntese de arginina, que compõe 28% da proteína carreadora de cálcio (CaBp) como também na síntese

de prolina, que está presente na composição do colágeno juntamente com arginina, hidroxiprolina, glicina.

Por este motivo o uso do L - pidolato de cálcio é utilizado na obtenção de ovos de cascas de melhor qualidade, principalmente em termos de resistencia mecânica e aparência (LAURENCEAU: 2002, 2007). Outra vantagem, é a melhoria na calcificação dos ossos, formação da membrana interna do ovo, assim como a diminuição de ovos de qualidade baixa (VILELLA, 2016).

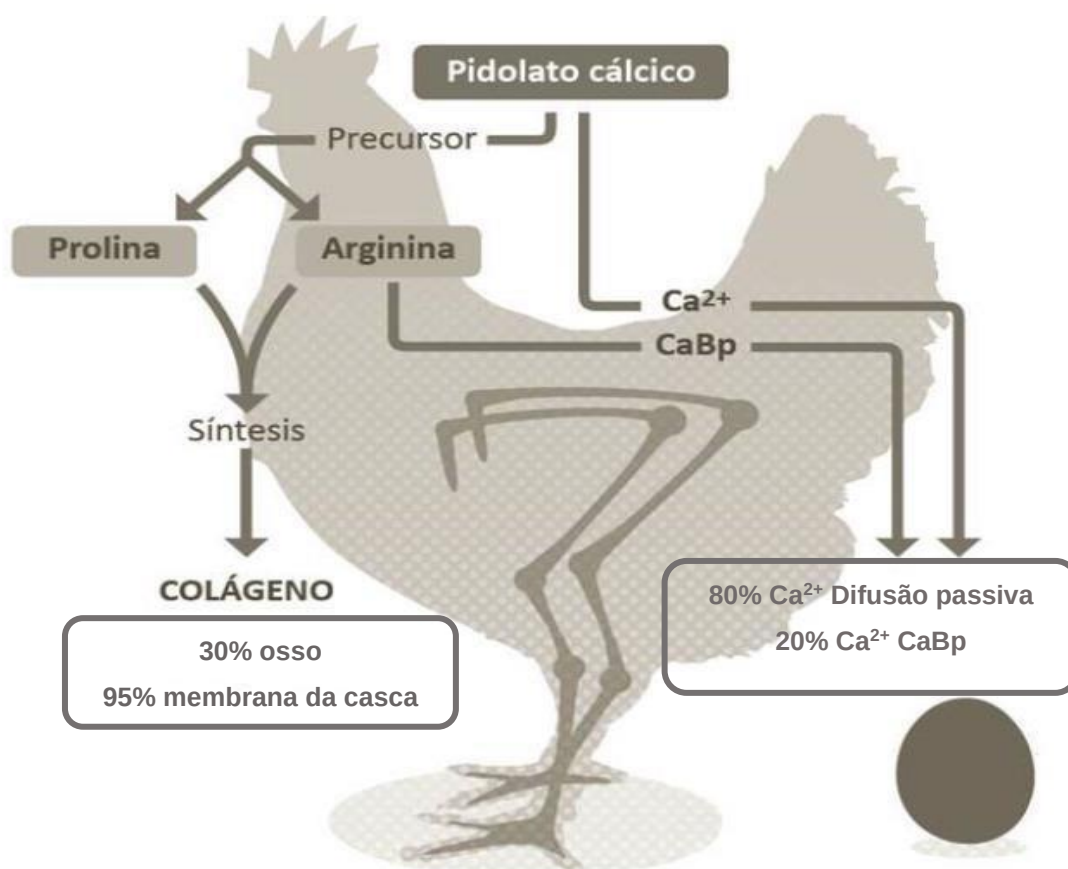


Figura 2 Mecanismo de ação do L - pidolato de cálcio®. Adaptado de VILELLA, 2016.

O L - pidolato de cálcio® é solúvel em água. Sendo assim, suas características, permitem a administração facilitada pelas aves poedeiras e essa ocorrência, pode ser dada via alimentação direta ou via água de bebida (LAURENCEAU, 2007).

De maneira geral, o manejo acerca deste produto é realizado por meio de uma mistura de L - pidolato de cálcio® adicionada à pelo menos um produto de natureza hidrofóbica, para que seja formado uma pré-mistura de alimentação a ser incorporada de maneira direta à dieta das poedeiras comerciais, muito embora os modos de uso do L – pidolato de cálcio® possam ser variados. Assim, o L - pidolato

de cálcio[®], devido ao seu caráter higroscópico, deve ser associado a um produto que evite qualquer tipo de aglomeração, o que dificultaria sua absorção e manuseio (LAURENCEAU, 2002).

A importância de estudos com L - pidolato de cálcio[®] se resume basicamente diante do contexto que é compreendido entre os mecanismos de incorporação de cálcio na casca do ovo, já que sua incorporação está envolvida no metabolismo de calcificação e síntese de componentes da membrana interna da casca de ovo, além de permitir a manutenção da qualidade da casca, bem como otimizar os parâmetros de produção de ovo (VALDERRAMA; ROLLEAU, 2013).

Os mecanismos para incorporação de cálcio na casca do ovo são pouco conhecidos. Desta forma, pouco se pode inferir sobre a precisão de como age o L - pidolato de cálcio[®], embora a hipótese mais provável consiste em presumir que o L - pidolato de cálcio[®], tem por objetivo principal, promover maior assimilação do cálcio à formação da casca do ovo e, de forma secundária, servir de fonte de suplementação de cálcio na dieta fornecida às poedeiras (LAURENCEAU, 2002).

Rolleau, Pollet e Allen (2015), investigaram o impacto da incorporação de L - pidolato de cálcio[®] sobre a qualidade óssea dos frangos de corte. Em tal estudo, pôde-se concluir houve melhoria no desenvolvimento ósseo das aves (colágeno, cálcio, fósforo) durante a fase inicial refletindo em melhor mobilidade na fase final de produção, o L - pidolato de cálcio[®] pode ser uma alternativa (especialmente para os animais mais pesados) para manter o desempenho durante o crescimento até o final da criação.

Em contrapartida, o estudo realizado por Al-Zahrani e Roberts (2016b), avaliou o efeito da suplementação de dois níveis de L - pidolato de cálcio[®] e dois níveis de 25-hidroxicrolecalciferol na qualidade dos ovos em galinhas poedeiras comerciais. Os autores observaram que a adição de L - pidolato de cálcio[®] com ou sem suplementação, para uma dieta totalmente formulada, resultou em efeitos relativamente pequenos na qualidade do ovo.

Entretanto, segundo Laurenceau (2002), a utilização do L - pidolato de cálcio[®] permite a obtenção, em doses muito baixas, de efeito imediato sobre as propriedades funcionais da casca de ovos. Desta forma, é possível o fornecimento de condições adaptadas para criação de aves poedeiras em massa. Tais características fomentam o uso de L - pidolato de cálcio[®] na dieta de poedeira.

Vale ressaltar porém que, na literatura, são poucos os trabalhos existentes que avaliam ou caracterizam os efeitos do L - pidolato de cálcio®, na dieta de galinhas poedeiras comerciais. Diante deste contexto é que se justifica a condução da presente pesquisa.

3.3. Metabolismo da arginina e prolina

Atualmente são conhecidas diversas funções metabólicas relacionadas à arginina (Figura 3) como por exemplo, a capacidade de atuar como precursor na síntese de ornitina, que é utilizada como substrato na produção de poliaminas, as quais estimulam a secreção de hormônios, principalmente o hormônio do crescimento, prolactina, insulina e glucagon; favorece a cicatrização de feridas, além de melhorar a função das células imunes e possui também papel fundamental no ciclo da uréia, eliminando compostos nitrogenados não essenciais (SANZ et al., 2004).

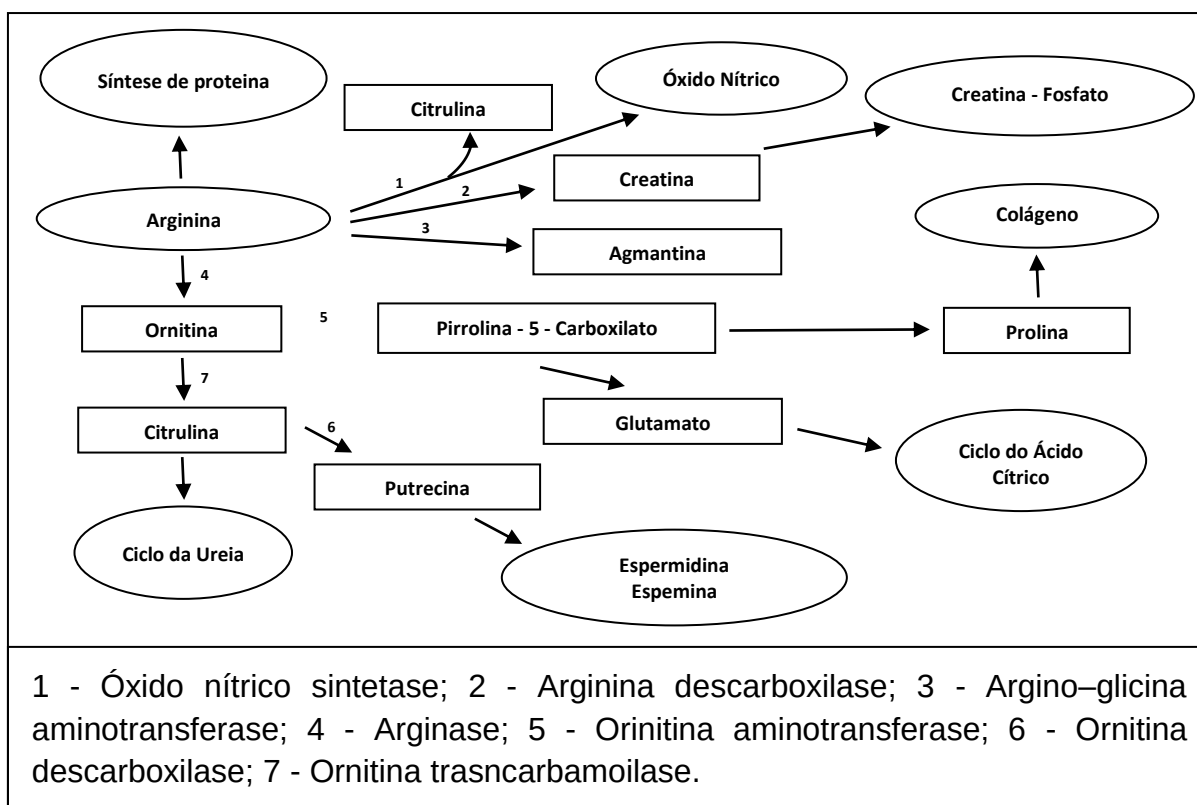


Figura 3 Metabolismo da arginina, mostrando as principais enzimas, moléculas intermediárias e produtos finais. Adaptado de DUFF;DALY, 2002.

Além dessas ações, a arginina é utilizada pela enzima denominada óxido nítrico sintase para a formação do óxido nítrico. Na verdade, a arginina é o único precursor conhecido do óxido nítrico (NO) que é uma molécula com importante

função vasodilatadora que auxilia na regulação da pressão arterial, como também, com função neurotransmissora e de defesa do sistema imunológico (MUSCAR; WALLACE, 1999).

Os resíduos nitrogenados em mamíferos são eliminados no ciclo da ureia (Figura 4) convertendo-os em ureia para excreção pelos rins. O nitrogênio pode entrar no ciclo por meio da conversão em carbamoil fosfato, e, subsequente reação do carbamoil com a ornitina para formação da citrulina, ou através do glutamato sendo convertido em aspartato, o qual entra no ciclo reagindo com a citrulina formando o arginossuccinato e pela ação da arginossuccinato liase converte-se em arginina e fumarato. Por fim, a enzima arginase catalisa a degradação de arginina para ornitina com perda de uma molécula de ureia. As reações que envolvem o carbamoil fosfato e o glutamato ocorrem na mitocôndria, enquanto que as reações restantes ocorrem no citoplasma (DUFF; DALY, 2002).

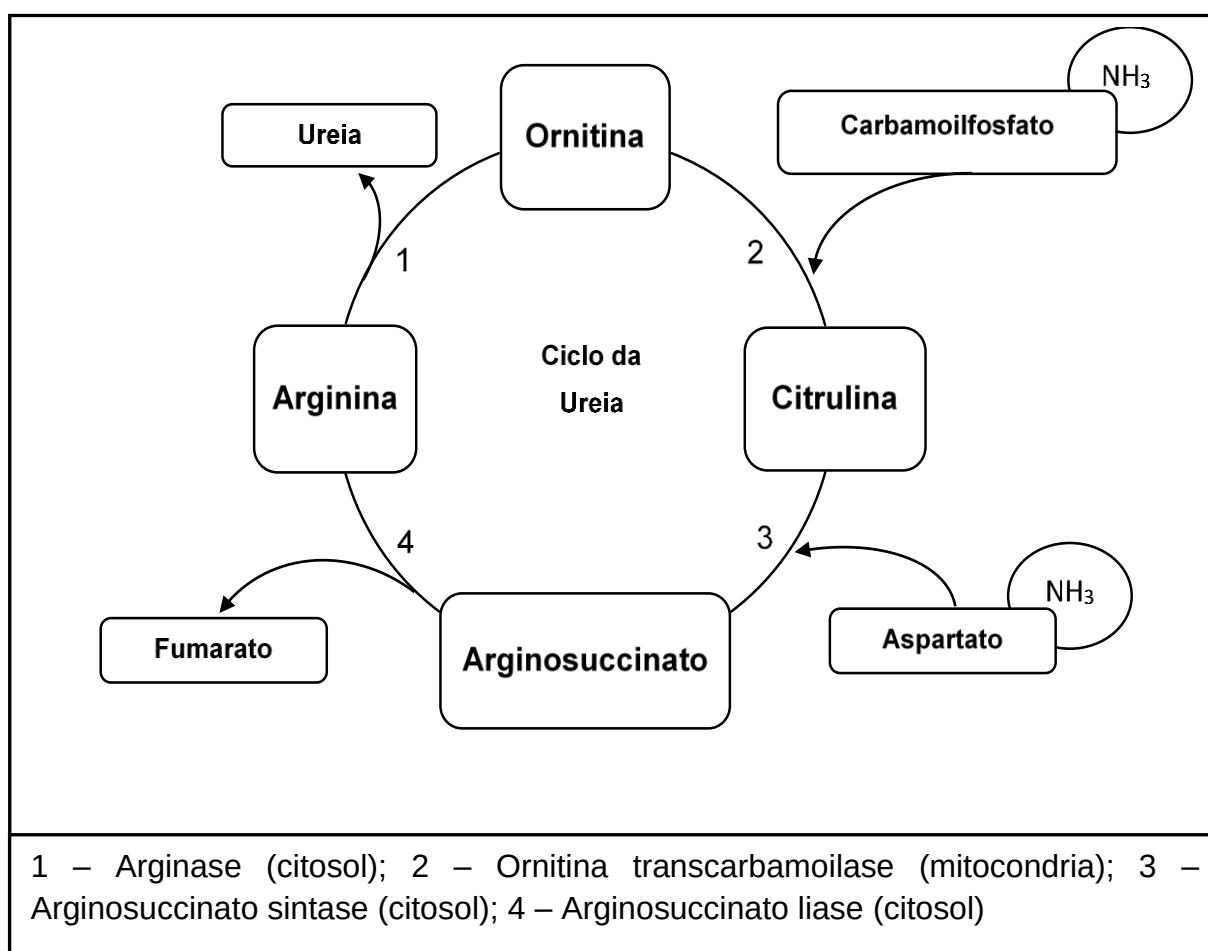


Figura 4 Ciclo da ureia. Adaptado de DUFF; DALY, 2002.

A enzima ornitina aminotransferase catalisa a transferência de uma amina do α -cetoglutarato para a ornitina, formando a pirrolina-5-carboxilato (P-5-C) que pode

então ser reduzida a prolina ou ser transformada, através da glutamato semi-aldeído, a glutamato. A prolina e o seu derivado de hidroxiprolina (formado pela ação do ácido ascórbico) constituem 25% do total de aminoácidos da molécula de colágeno e, portanto, desempenham “papel vital” na parte orgânica dos ossos e nas membranas da casca do ovo. O glutamato pode ser usado pelas células para a produção de energia, por oxidação completa de CO_2 através do ciclo ácido cítrico, ou pode ser utilizado para a síntese de proteínas ou aminoácidos (DUFF; DALY, 2002).

Diferente dos mamíferos que possuem a capacidade de converter o nitrogênio excedente no organismo em ureia para posterior eliminação, as aves produzem como metabólito final o ácido úrico. Devido a essa característica em seu metabolismo, as aves são incapazes de produzir endogenamente o aminoácido arginina. Assim, a arginina é considerada aminoácido essencial para esses animais, principalmente na fase inicial, pelo fato do ciclo da ureia não ser funcional, sendo necessário o seu fornecimento na dieta (AUSTIC; NESHEIM, 1971). Além disso, o óxido nítrico (NO) é sintetizado a partir da arginina pela NO sintase (NOS) e as aves possuem baixa atividade das enzimas carbamoil fosfato sintetase, ornitina transcarbamoilase, e o sistema arginina sintetase, que atuam na conversão da ornitina em citrulina e, por fim, na produção de arginina.

O primeiro passo na síntese de arginina em mamíferos é a formação do composto pirrolina-5-carboxilato a partir do glutamato ou da prolina. A expressão de todas as enzimas necessárias para síntese de arginina é restrita ao fígado e à mucosa intestinal, onde a citrulina é formada pela ação da P-5-C sintase e ornitina aminotransferase que pode ser imediatamente convertida a arginina ou liberada para circulação (Figura 5).

Para que a arginina possa ser utilizada para a síntese das poliaminas ou prolina, precisa ser hidrolisada a ureia e ornitina pela arginase. Segundo Wu et al. (1995) as aves apresentam baixa atividade da ornitina aminotransferase nos enterócitos, convertendo o P-5-C em ornitina.

A prolina é molécula sinalizadora do status energético celular, fonte de P-5-C e superóxido ânion, desempenha importante papel na diferenciação celular e é o principal aminoácido para síntese de poliaminas (reguladoras da síntese de DNA, síntese de proteína e diferenciação celular no intestino delgado), além de ser o principal aminoácido para a síntese de colágeno. Aves tem baixa atividade da

enzima arginase nos tecidos, dessa forma, a conversão de arginina em ornitina é limitada. Portanto, a arginina é nutricionalmente essencial para aves.

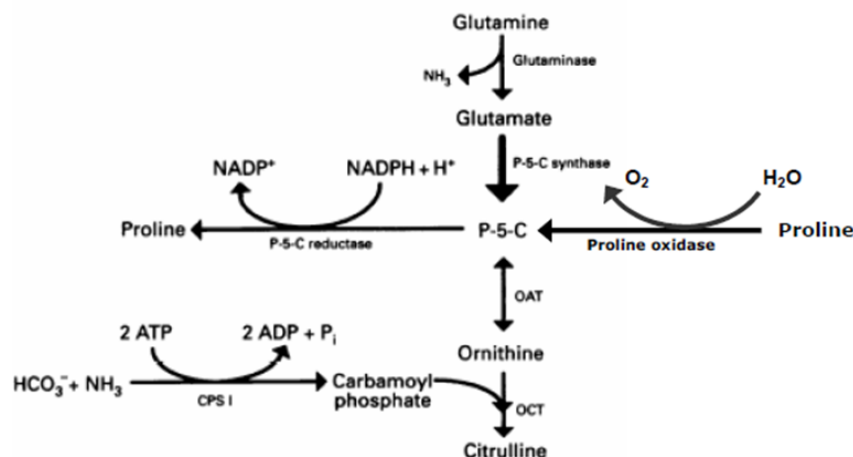


Figura 5 Síntese de citrulina e prolina em mamíferos. CPSI – carbamoyl fosfato sintetase, OCT – ornitina carbamoyltransferase, OAT – ornitina aminotransferase, P-5-C pirrolina-5-carboxilato. Adaptado de WU et al.,1995.

A prolina dietética é requerida para a máxima taxa de crescimento e eficiência de utilização dos alimentos pelas aves, alimentadas com dietas contendo todos os aminoácidos.

3.4. Estrutura óssea, qualidade da casca de ovo e colágeno

O osso é constituído de 22% de matriz orgânica, 9% de água e 69% de materiais inorgânicos. A matriz orgânica tem como componente predominante o colágeno (90%) que participa no processo de mineralização óssea, sendo os 10% restantes referentes à substância amorfa (BANKS, 1991). O sistema ósseo desempenha para o animal várias funções importantes, tais como proteção mecânica de tecidos e órgãos, suporte estrutural para o corpo, atuação como sistema de alavancas transformando as contrações musculares em movimentos úteis, e alojamento da medula óssea (SEIFERT; WARTKINS, 1997). Ainda, serve de reserva metabólica de cálcio e de fósforo ao organismo, os quais podem ser mobilizados durante alterações da homeostase mineral (PIZAURO JÚNIOR, 2002).

A ossificação envolve a precipitação dos sais do osso na matriz, por meio de um equilíbrio físico-químico, envolvendo o Ca^{2+} , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} . Nas condições fisiológicas, o íon cálcio e o fosfato ficam em solução metaestável, isto é, suas concentrações no líquido extracelular seriam suficientemente altas para que se

precipitassem em solução, não fosse pela presença de outros constituintes, como o pirofosfato, que estabiliza a solução (TARDIN, 1995).

A resposta das aves para o cálcio dietético e a exigência de cálcio é modificada pela taxa de crescimento (HURWITZ; PLAVINIK; SHAPIRO, 1995). O crescimento ósseo é sinalizado pelo cálcio extracelular nos receptores de membrana Ca^{2+} sensíveis localizadas na paratireoide, osso, cartilagem e rim, o que determina o início da diferenciação dos osteoblastos (CHANG, 2008). Inicia-se então um período de intensa formação óssea entre os 4 e 18 dias, para prover adequado suporte esquelético para o crescimento da ave (WILLIAMS, 2000).

Segundo Anderson (1989), a calcificação ocorre em duas fases. Na primeira fase o cálcio e o fosfato são transportados para o interior da vesícula por um canal de cálcio através da membrana. No interior da vesícula extracelular, o cálcio liga-se aos lipídeos da membrana e às proteínas ligadoras de cálcio localizadas no interior das vesículas da matriz. Concomitantemente, a fosfatase alcalina fornece o fosfato através da sua ação sobre seu substrato fisiológico. No interior da vesícula o aumento do cálcio iônico em relação ao fosfato, provoca a precipitação do fosfato de cálcio e formação de cristais na forma de pequenas agulhas. O primeiro cristal que se forma no interior da vesícula não é cristalino. Ele é formado como um intermediário e depois convertido em hidroxiapatita. Na segunda fase denominada fase de crescimento do mineral, os cristais de hidroxiapatita rompem a membrana da vesícula e extravasam para o meio extracelular, provocando o crescimento dos cristais.

O desenvolvimento ósseo está intimamente relacionado com o crescimento do animal. Desta maneira o tecido ósseo cresce e se desenvolve à medida que está sendo utilizado e pode atrofiar quando em desuso. Funciona como reserva metabólica de cálcio e de fósforo, que pode ser exigida do animal quando houver alterações na homeostase (KUSSAKAWA; FARIA, 1998). As deficiências do conteúdo de cálcio e ou de fósforo ou a inadequada relação entre esses minerais podem dificultar o crescimento do osso e levar à maior incidência de anomalias nas pernas (XIE et al., 2009), além de comprometer a persistência do pico de postura nas poedeiras, devido à má formação do osso medular.

Se a concentração de cálcio no sangue diminui, há a mobilização desse mineral para normalizar sua concentração sanguínea e manter a homeostasia do cálcio (VARGAS Jr. et al., 2004). Fisiologicamente, isso pode ser explicado pelo fato

que, quando o cálcio é fornecido em níveis baixos na ração, há maior síntese da proteína ligadora de cálcio, aumentando a eficiência de absorção e melhorando o aproveitamento do cálcio. No entanto, essa melhora ocorre até determinado nível, a partir do qual a elevação dos teores de cálcio reduz a absorção, comprovando que, sob baixa disponibilidade, há maior eficiência de utilização desse mineral (DELL'ISOLA; BAIÃO, 2001).

De acordo com Mazzuco (2006), o mecanismo de reabsorção óssea é particularmente importante para aves de postura devido à elevada exigência de cálcio para formação da casca durante a vida produtiva. O cálcio é obtido via circulação sanguínea, seguida de sua absorção via intestinal ou via reabsorção óssea, particularmente dos ossos medulares (tíbia e úmero), ou sob algumas condições de deficiência de cálcio, também de ossos estruturais como o osso cortical.

Whitehead (2004) destacou que o processo dinâmico sobre os depósitos de cálcio no esqueleto durante período de postura, com o decorrer do tempo pode causar efeitos prejudiciais sobre a resistência óssea devido à perda da estrutura óssea. A extensão e a duração dessas mudanças na qualidade do osso dependem de inúmeros fatores e podem fazer com que ocorra incidência de osteoporose em poedeiras no final do período de postura e, conseqüentemente, fraturas ósseas, o que tem sido um sério problema com poedeiras alojadas em gaiolas.

A habilidade das poedeiras em depositar ou armazenar cálcio para futura formação da casca do ovo é limitada. A maioria das poedeiras tem reserva de cálcio nos ossos suficientes para 4 a 5 ovos, porém, a máxima qualidade da casca não pode ser mantida nem mesmo por um dia sem cálcio na dieta, caso tenha apenas cálcio ósseo disponível para formação da casca (ROLAND, 1986).

A formação da casca do ovo tem início com a deposição das membranas da casca na superfície externa do albúmen na região do istmo do oviduto (NYS et al., 2004). Essa estrutura de fibras cruzadas tem uma dupla ação no controle da mineralização da casca do ovo, evita a calcificação na direção das membranas internas e formação de locais de nucleação na superfície externa das membranas.

Na casca dos ovos, há uma separação entre a cutícula orgânica externa e os componentes mineralizados, por meio da qual a membrana da casca interage com agregados orgânicos conhecidos como núcleos mamilares. Estes se distribuem pela

superfície externa da casca e são usados como núcleos de agregação de carbonato de cálcio e formação de uma estrutura policristalina.

A formação da estrutura óssea e da casca do ovo está diretamente relacionadas com a síntese do colágeno, para que, os íons cálcio possam ser depositados apropriadamente sobre a matriz orgânica, seja para formação óssea ou para casca. Já a deficiência de prolina pode causar prejuízos, ocasionando problemas de pernas, muito comum em frangos de corte e problemas relacionados à qualidade da casca do ovo. Dessa forma, o L – pidolato de cálcio®, análogo da pirrolina-5-carboxilato, pode suprir a demanda de prolina para o metabolismo animal, promovendo o crescimento ósseo e a formação da casca do ovo adequados.

O colágeno é uma proteína fibrosa encontrada em todo o reino animal, que contém cadeias peptídicas dos aminoácidos glicina, prolina, lisina, hidroxilisina, hidroxiprolina e alanina. Essas cadeias são organizadas de forma paralela ao eixo, formando as fibras de colágeno, que proporcionam resistência e elasticidade à estrutura presente (CAMPBELL, 2000).

A matriz extracelular é composta por colágeno, que é encontrado em todos os tecidos do corpo, sendo uma proteína fibrosa sintetizada por fibroblastos e células relacionadas, tais como os condroblastos da cartilagem e os osteoblastos do osso. A formação de fibrilas de colágeno envolve reações no meio intracelular e extracelular. No interior da célula, ocorre síntese de moléculas de protocólagenos, hidroxilação de resíduos de prolina e lisina e glicosilação dos resíduos de hidroxilisina, para formar monômeros de pró-colágeno, sendo secretado para o exterior da célula, na forma de tríplex hélice de configuração helicoidal. De acordo com Swenson (1988), há no interior da célula uma hidrólise proteolítica limitada do pró-colágeno, para formar o tropocolágeno, sendo necessária a presença de vitamina C para que ocorra a hidroxilação.

Estão identificados 19 tipos de colágenos que possuem diferentes especificidades entre os diversos tecidos animais, classificados de acordo com suas funções e tamanhos. Na cartilagem há predomínio do colágeno fibrilar tipo II, enquanto que o osso é composto por colágeno fibrilar tipo I. Formam uma rede fibrilar na matriz extracelular, estabilizada pela formação de ligações cruzadas intra e intermoleculares, formadas tanto enzimaticamente quanto por condensação de resíduos de aminoácidos.

Tais ligações cruzadas são as principais responsáveis pela estabilização da molécula e das fibras de colágeno e pela modulação das propriedades de resistência à tração conferida ao osso pelo colágeno, conferindo força ao tecido para suportar tais pressões. Todos os tipos de colágeno são caracterizados por tripla hélice de cadeias α contendo de 300 a 3.000 resíduos de aminoácidos. Estas cadeias contêm sequências repetidas de glicina – x – y, onde x e y representam qualquer aminoácido. Segundo Velleman (2000), frequentemente ocorre um grande número de resíduos de prolina e hidroxiprolina.

3.5.Densitometria óssea

Sabe-se que em poedeiras a exigência de cálcio é alta. No entanto, tal necessidade é aumentada quando estas aves vivenciam etapas importantes, como por exemplo, a formação de casca dos ovos (ALMEIDA PAZ et al., 2009; MURATA et al., 2009). Desta forma, destaca-se a necessidade de avaliar a densidade mineral óssea em aves, com o objetivo de compreender as flutuações na mineralização óssea em poedeiras (LOUZADA, 1997).

A constituição dos ossos mostra em grande escala, as condições do esqueleto que, por sua vez, estão associados diretamente à dieta avícola, bem como o estado em que as aves se encontram, nutricionalmente. Desta forma, justifica-se a necessidade de avaliação de características provenientes dos ossos das aves. Portanto, a técnica de densitometria óptica radiográfica pode ser basicamente empregada, com aplicação resumida, na avaliação dos ossos (MURAKAMI et al., 2009).

Os avanços tecnológicos possibilitaram a visualização de imagem de qualidade, ou seja, com alta qualidade em definição. Sob este contexto, um ganho científico foi à observação de imagens através da radiação ionizante da densidade mineral óssea (LOPES et al., 2017), também caracterizada como absorciometria por dupla emissão de raios x. Em outras palavras pode-se concluir que: “ A densitometria óssea é uma modalidade da Radiologia que tem a finalidade de avaliar a densidade mineral óssea de uma ou mais regiões anatômicas possibilitando dessa maneira o diagnóstico de “doenças osteometabólicas” (LOPES, et al., 2017, p. 5).

Em relação à aplicação de métodos que abrangem a densitometria óssea determinada através de energia de raios, pode-se citar alguns pesquisadores, sendo eles: Schreiweis et al. (2003); Onyango et al. (2003); Korver et al. (2004); Hester et

al. (2004); Fleming et al. (2004); Schreiweis et al. (2004) como apresentados no estudo de Almeida Paz et al. (2009), que avaliaram o efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos em galinhas poedeiras.

Com base na dieta de poedeiras, os principais minerais que implicam na formação da casca dos ovos, bem como na manutenção da estrutura óssea, são o cálcio e o fósforo e a vitamina D₃ (MAZZUCO, 2006; FAITARONE et al., 2013). O cálcio e o fósforo, devem estar contidos de maneira equilibrada na nutrição destes tipos de aves (GONZALES, 1999). Segundo Paz et al. (2009), a rigidez do osso é decorrente da incorporação de fósforo e cálcio, na forma de hidroxapatita, no decorrer do processo de mineralização óssea.

Neste ensejo, de acordo com Almeida Paz (2006) e Faitarone et al. (2012), com o objetivo em se realizar pesquisas cuja proposta envolve o grau de mineralização do osso, a análise densitométrica óssea por meio de imagens radiográficas, permite quantificar elementos como o cálcio e, o fósforo presente nos ossos das aves.

Diante deste contexto, o aparelho DXA é um equipamento que infere sobre a densitometria óssea. Seu uso de maneira comercial iniciou-se na década de 80. Contudo, a finalidade do DXA, foi embasada em pesquisas sobre a osteoporose em humanos (ANN LASKEY; PHILL, 1996).

A tecnologia DXA (*Dual-energy X-ray Absorptiometry*), possui valor considerável nas pesquisas do setor avícola pois, trata-se de um instrumento de diagnóstico de mineralização óssea em diferentes idades, porém, de metodologia não invasiva, ou seja, sem a necessidade de eutanásia (HESTER et al., 2004). Em contrapartida, técnicas de cunho invasivo são descritas com o sacrifício do animal para a retirada de ossos. Para que a amostragem proveniente destas amostras seja significativa, o número de animais a serem submetidos a eutanásia, tem que ser grande. Desta forma, a metodologia DXA mantém a integridade óssea das aves comerciais, e isto inclui, a aplicação de testes cuja natureza seja classificada como não invasiva (ARAÚJO, 2009).

O modo de ação do aparelho DXA é dado por meio de um feixe de luz de radiação colimado e um detector localizado na haste do aparelho. Estas duas fontes agem de maneira transversal e longitudinal, de modo que a coleta de dados seja feita em um trajeto de forma “serpentina” e a partir destas linhas, é concretizada a construção de imagens (LOPES et al., 2017).

Faz necessária, porém, a compreensão de alguns fatores em relação ao DXA na avicultura, pois em densidade mineral óssea, a perda de ossos consequentes ao envelhecimento, pode ser dissimulada ao se constituído o osso de origem medular (HESTER et al., 2004).

Almeida Paz et al. (2009), analisaram o efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras e as modificações na qualidade óssea durante o ciclo produtivo. Constataram que, estas aves mobilizaram minerais ósseos para produção de ovos e isto ocorreu, sem depender dos tratamentos recebidos. Outra conclusão possível foi que, dietas com baixos níveis de cálcio, proporcionam cascas de ovos de qualidade reduzida. Para o referido experimento, utilizaram 64 poedeiras da linhagem “Shaver Brown” em produção, durante 27 semanas. Para os métodos de densidade mineral óssea, utilizaram tíbias e fêmures de aves com idade: 16, 22, 28, 34 e 40 semanas de idade, e; a densitometria deu-se através de imagens radiográficas.

Mesmo sendo considerado um bom método densitométrico, a utilização de DXA também apresenta algumas limitações e, de acordo com Salas et al. (2012), uma delas é a necessidade de que os resultados sejam comparados de forma direta.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Observações antes do início do experimento

Antes do início do experimento foi enviado um ofício de solicitação juntamente com o projeto que foi desenvolvido com o intuito de ser regulamentado de acordo com o conselho de ética no uso de animais (CEUA). Assim o projeto foi aceito cujo protocolo é 14721/16, segundo o certificado a seguir (página19).

As aves foram pesadas e distribuídas nas respectivas unidades experimentais, padronizando-as por peso com 51 semanas de idade. No período de 51 a 55 semanas foi realizado o controle da produção de ovos, para permitir a uniformização da produção de ovos das aves nas unidades experimentais. Por fim as aves ao completarem 55 semanas, foram distribuídas de acordo com o peso e produção de ovos e foram submetidas aos tratamentos experimentais.

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado **"Avaliação do L-pidolatode cálcio® sobre o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de galinhas poedeiras"**, protocolo nº 14.721 /16, sob a responsabilidade da Prof.^a Dr.^a Silvana Martinez Baraldi Artoni, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 14 de dezembro de 2016.

Vigência do Projeto	04/11/2016 a 25/01/2017
Espécie / Linhagem	<i>Gallus gallus domesticus</i> –poedeiras comerciais / Hy Line W36
Nº de animais	480
Peso / Idade	1.600 kg
Sexo	Fêmea
Origem	Setor de Avicultura – FCAV/Unesp Jaboticabal

Jaboticabal, 14 de dezembro de 2016.


Profª Drª Lizandra Amoroso
 Coordenadora – CEUA

4.2. Animais, manejo e condições do ambiente

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Ciências Avícolas (LAVINESP), do departamento de Zootecnia da UNESP- FCAV, Câmpus de Jaboticabal no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017.

Foram utilizadas galinhas poedeiras da marca comercial Hy-Line W36, White, durante o período de 56 a 69 semanas de idade, distribuídas em delineamento em bloco ao acaso. As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizados com dimensões 80x40x45 cm, com comedouros tipo calha e bebedouro tipo nipple.

As aves receberam água e ração *ad libitum* e foram arraçoadas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas preocupando-se em manter disponibilidade de ração suficiente para o animal sem haver desperdícios.

O programa de luz adotado durante o período experimental constituiu de 17 horas de luz natural e 7 horas de luz artificial conforme o manual da linhagem.

A temperatura e umidade no interior do galpão foi monitorada diariamente por quatro termômetros posicionados à altura das aves e foi aferido a máxima de 32,9°C e 75% e mínima de 21°C e 32,9%.

4.3. Delineamento experimental

Foram utilizados 10 tratamentos compostos de duas dietas e 5 níveis de L – pidolato de cálcio®, resultando em um esquema fatorial cruzado 2x5, com oito repetições de seis aves cada, com total de 80 unidades experimentais e 480 aves. Foram utilizados quatro blocos, com duas repetições constituídos de faixas de peso.

As medidas foram realizadas sobre as mesmas unidades experimentais durante 13 semanas (57 - 69 semanas idade) para as medidas de desempenho e 11 semanas (59 - 69 semanas de idade) para medidas de qualidade.

Foram formuladas duas dietas (Tabela 1) experimentais referência. A primeira, chamada de dieta basal normal (DBN), constituída de 1,02% de prolina e 0,99% de arginina e a outra, chamada de dieta basal reduzida (DBR) é constituída de 0,700% de prolina e 0,702% de arginina. As dietas foram formuladas à base de farelo de milho, farelo de soja, farelo de glúten de milho e farelo de trigo conforme as exigências preconizadas por Rostagno et al. (2011). Assim, com base nelas foram feitos os tratamentos (Tabela 2) alterando os níveis de L – pidolato de cálcio® e os níveis de inerte (areia).

Tabela 1 Composição percentual e calculada das dietas experimentais.

Ingredientes	DBN	DBR
Milho grão 8,58%	63,727	49,353
Amido	-	7,500
Farelo trigo	-	12,136
Farelo de soja 45%	24,106	5,988
Farelo de glúten de milho 60%	-	11,682
Calcário ¹	9,697	9,754
Fosfato bicálcico	1,057	1,081
Óleo de soja	0,607	0,489
Cloreto de potássio	-	0,597
L – Lisina 55%	-	0,603
Sal comum	0,394	0,405
DL - Metionina	0,152	0,085
Premix ²	0,100	0,100
Cloreto de colina	0,100	0,100
L - Treonina	-	0,023
L - Triptofano	-	0,045
Inerte (Areia)	0,060	0,060
L – pidolato de cálcio [®]	0,000	0,000
Total	100,000	100,000
Valor nutricional calculado		
Proteína bruta (%)	16,47	16,66
Prolina digestível (%)	1,024	0,700
Arginina digestível (%)	0,997	0,702
Lisina digestível (%)	0,750	0,750
Metionina + Cistina digestível (%)	0,630	0,630
Treonina digestível (%)	0,555	0,520
Triptofano digestível (%)	0,173	0,160
Valina digestível (%)	0,698	0,667
EMAn, (Mcal/kg)	2,800	2,800
Cálcio, (%)	4,000	4,000
Fosforo disponível (%)	0,300	0,300
Sódio (%)	0,180	0,180
Potássio (%)	0,634	0,633
Fibra bruta (%)	2,531	2,572

¹70% calcário grosso e 30% calcário fino. ²Níveis de garantia por kg de produto: Ácido pantotênico: 5.000 mg/kg; Cobre: 8.000 mg/kg; Ferro: 50 g/kg; Iodo: 1.200 mg/kg; Manganês: 70 g/kg; Niacina: 20 g/kg; Selênio: 200 mg, Vitamina A: 7.000.000 UI/kg, Vitamina B12: 8.000 mcg/kg; Vitamina B2: 3.000 mg/kg, Vitamina D3: 2.000.000 UI/kg; Vitamina E: 5.000 UI/kg; Vitamina K3: 1.600 mg/kg, Zinco: 50 g/kg.

Tabela 2 Tratamentos e inclusão do L -pidolato de cálcio®.

Tratamentos	Descrição
T1	Dieta Basal Normal
T2	DBN + 150 g/ton de L – pidolato de cálcio®
T3	DBN + 300 g/ton de L – pidolato de cálcio®
T4	DBN + 450 g/ton de L – pidolato de cálcio®
T5	DBN + 600 g/ton de L – pidolato de cálcio®
T6	Dieta Basal Reduzida
T7	DBR + 150 g/ton de L – pidolato de cálcio®
T8	DBR + 300 g/ton de L – pidolato de cálcio®
T9	DBR + 450 g/ton de L – pidolato de cálcio®
T10	DBR + 600 g/ton de L – pidolato de cálcio®

4.4.Procedimentos experimentais e coleta de dados

A produção de ovos, perdas de ovos e mortalidade foram acompanhadas e registradas diariamente. O consumo de ração, peso médio dos ovos, a conversão alimentar, a massa de ovo, o peso da casca, o peso da gema, a espessura da casca, a resistência da casca e a gravidade específica do ovo e componentes do ovo (gema, casca e albume) foram mensuradas e calculadas semanalmente.

Produção de ovos: Foi registrada diariamente ao final da tarde e, com base no número de aves alojadas por unidade experimental foi calculada a produção de ovos por ave/dia.

Mortalidade: Foi registrada diariamente por unidade experimental, anotando-se o número de aves mortas, data e peso do corpo e provável causa.

Consumo de ração: Semanalmente, os comedouros foram esvaziados, higienizados e as sobras de ração foram recolhidas, pesadas e descartadas. Com base no fornecido, nas sobras de ração e número de aves por unidade experimental foi calculado o consumo de ração por ave/dia.

Peso médio dos ovos: Semanalmente, todos os ovos foram pesados por unidade experimental. Com base no peso e número de ovos foi calculada a média de peso do ovo por unidade experimental. Esta avaliação foi feita três vezes por semana, obedecendo um cronograma fixo de coleta.

Massa de ovos: Foi obtida pela relação entre a produção e peso do ovo, calculada semanalmente, sendo expressa em gramas por ave por dia.

Conversão alimentar corrigida: O consumo de ração foi corrigido pela mortalidade e, com base na relação entre consumo e produção foi calculado a conversão alimentar corrigida (CAc). A produção foi expressa em massa de ovos, consequentemente, resultou em CAc expressa em $\text{kg}_r/\text{kg}_{\text{mo}}$.

Resistência, peso, espessura da casca e componentes do ovo: Semanalmente, todos os ovos produzidos no dia foram submetidos à análise de resistência utilizando o equipamento DET-6000 (NABEL-DET-6000, Nabel Co. Ltd., Kyoto. Japão). Os ovos foram quebrados e a espessura da casca com as membranas foram mensuradas no mesmo equipamento. As cascas foram lavadas em água corrente e postas para secar ao ar, durante 48 horas.

Peso dos componentes dos ovos: As cascas foram pesadas depois de secas em uma balança analítica. A gema de cada ovo, por sua vez, foi pesada após a análise de resistência da casca e pesada na mesma balança. Por fim, o peso do albúmen foi considerado como sendo a diferença entre o peso do ovo e o somatório do peso da gema mais o peso da casca.

Semanalmente, todos os ovos produzidos no dia foram coletados, pesados e, em seguida submetidos às avaliações de qualidade de casca. Inicialmente foram avaliados quanto a gravidade específica. Todos os ovos foram submergidos em 13 soluções salinas ($\text{H}_2\text{O}+\text{NaCl}$) com densidade aumentando em $0,005 \text{ g/cm}^3$, sendo o mínimo e máximo para densidade os valores de $1,050$ a $1,100 \text{ g/cm}^3$, respectivamente, aferidos com densímetro.

Densitometria óssea: As análises densitométricas das aves foram realizadas através do Densitômetro ósseo Discovery Wi, da Hologic do Brasil, do Laboratório de Densitometria Óssea do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal FCAV/UNESP. As imagens do aparelho foram analisadas com o auxílio de um software para animais de pequeno porte.

Foram selecionadas e identificadas com fita crepe, uma ave por repetição totalizando 80 aves e submetidas análise de densitometria, antes do fornecimento dos tratamentos e no final do período experimental. Foi colocada uma ave por vez em decúbito dorsoventral sobre a plataforma do aparelho para obtenção das médias densitométricas.

Nove aves foram submetidas a eutanásia no início do experimento que representam o grupo controle no tempo zero e as 80 aves identificadas, após a análise final de densitometria óssea. Foram retirados os tibiotarsos direito e

esquerdo das aves e armazenados em freezer a -20°C para depois serem feitas as análises de densitometria. O equipamento inicialmente foi calibrado fazendo análise do phantom de coluna. Em seguida, tibiotarsos foram posicionados horizontalmente e individualmente na plataforma da mesa com a face cranial voltada para mesma iniciando o escaneamento pela epífise proximal finalizando na epífise distal, para obtenção dos valores densitométricos.

Os valores obtidos nas análises foram: densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseos expressos em gramas por centímetro quadrado (g/cm^2) e gramas (g) respectivamente.

Resistência óssea: O tibiotarso direito das aves dos respectivos tratamentos e das aves do grupo foram utilizados para a realização da resistência óssea. Os tibiotarsos foram posicionados horizontalmente com a face cranial voltada para o plano do equipamento. Os dados de resistência óssea foram obtidos pela análise da força necessária para a quebra dos ossos, expressa em Newton (N).

O método de análise de resistência consiste de ensaio de flexão em três pontos na máquina Emic DL10000, célula Trd 21, acoplada ao programa computacional Tesc versão 3.04. Este programa fornece os valores de resistência óssea (N). O aparelho foi regulado para permitir que o vão livre da diáfise seja de 6 cm para todos os ossos, pois este valor corresponde ao espaçamento máximo possível entre os apoios para o menor osso encontrado. A pré-carga utilizada foi de 5 N, o tempo de acomodação de 5 segundos, a velocidade de aplicação de carga de 5 mm/min, e célula de carga de até 50 kg. Esta análise foi realizada no Laboratório de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV-UNESP de Jaboticabal.

Análise macroscópica do osso: Após a obtenção dos dados densitométricos o tibiotarso esquerdo das aves foram pesados e com o auxílio de um barbante e fita métrica foram avaliados o comprimento e diâmetro da epífise proximal, diáfise e epífise distal do tibiotarso e avaliação do Índice de Seedor (Seedor et al., 1991) dos ossos, que corresponde à relação entre o peso do osso (mg) e o seu comprimento (mm). Posteriormente, os ossos foram serrados no sentido longitudinal, com o auxílio de uma serra elétrica, para avaliar a espessura região cortical do tibiotarso, na diáfise, epífise proximal e epífise distal dos ossos, utilizando-se um paquímetro digital.

4.5. Mortalidade

A mortalidade das aves foi de 1%, calculada com base em registros de data e o número da gaiola de origem da ave, quando houve, para ser feito a correção das variáveis consumo de ração, produção de ovos e conversão alimentar por massa de ovos. Com esse registro foi calculado o número de aves corrigido, conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007).

4.6. Variáveis e análises estatísticas

As variáveis analisadas foram: produção de ovos (%), peso de ovos (g), consumo de ração (g/ave/dia), massa de ovo (g/ave/dia), gravidade específica e conversão alimentar por massa (g/g), densidade mineral óssea das aves e dos tibiotarsos (g/cm²), conteúdo mineral ósseo das aves e dos tibiotarsos (g), espessura do osso compacto da epífise proximal, diáfise, e epífise distal (mm), comprimento (mm), peso (mg) e índice Seddor (mm/mg).

As análises estatísticas foram feitas utilizando o procedimento PROC GLM do pacote computacional SAS, 2012; versão 9.4.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Gallardo et al. (2014), o equilíbrio ideal de aminoácidos na composição de dieta animal é importante pois, este balanceamento pode acarretar em redução no consumo de ração. Assim, na Tabela que traz as médias do consumo de ração (g) de galinhas poedeiras tratadas com L – pidolato de cálcio® (Tabela 3), pode-se observar diferença significativa entre as médias ajustadas de consumo de ração devido as dietas fornecidas às aves.

Esta diferença ocorre a partir da quarta semana se mantendo até o final do período experimental, onde a média de consumo de ração das aves tratadas com dietas reduzidas em arginina e prolina foram inferiores ($p < 0,05$), quando comparado às aves tratadas com dietas cujo nível destes aminoácidos estavam normalizados, com exceção à oitava semana. Para citado por Figueiredo Júnior et al. (2014), diminuir níveis de proteína na ração, além de alterar o comportamento de aves e até mesmo a produção de ovos, essa redução também pode acarretar na redução no consumo de ração, desde que esta dieta não esteja devidamente suplementada de aminoácidos essenciais. Desta forma, Bernardino et

Tabela 3 Média de consumo de ração (g) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	Semanas												
			57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68 ^a	69 ^a
1	Normal	0	95,05	87,51 ^{AB}	83,47	85,79	90,69	90,34	91,89	87,20 ^{ab}	90,22	94,78	78,36	93,42	95,42
2	Normal	150	94,75	91,99 ^A	85,37	86,66	89,89	88,94	91,26	85,77 ^b	91,20	95,68	78,29	90,10	93,25
3	Normal	300	93,04	85,02 ^{AB}	84,04	86,02	87,76	87,56	89,19	86,65 ^{ab}	88,21	94,06	82,38	89,87	90,75
4	Normal	450	96,02	85,49 ^{AB}	82,80	84,25	88,25	85,29	87,11	87,54 ^{ab}	88,68	92,67	79,60	89,93	92,02
5	Normal	600	97,84	85,86 ^{AB}	84,08	84,11	87,91	90,51	89,81	86,34 ^b	91,41	93,81	79,90	91,61	94,85
6	Reduzida	0	97,88	79,66 ^B	83,21	82,44	85,63	83,63	86,79	87,26 ^{ab}	87,44	89,84	76,88	88,67	90,38
7	Reduzida	150	93,04	82,67 ^{AB}	83,24	81,29	85,43	84,13	86,21	95,64 ^a	86,30	91,39	78,47	86,51	88,34
8	Reduzida	300	91,35	85,98 ^{AB}	83,19	83,65	88,00	86,31	85,66	84,82 ^b	87,01	94,03	77,20	89,06	90,44
9	Reduzida	450	91,58	89,42 ^{AB}	84,37	83,00	85,57	84,71	86,61	87,64 ^{ab}	87,84	90,67	77,29	86,85	89,64
10	Reduzida	600	95,23	86,58 ^{AB}	83,74	82,63	84,92	84,15	85,30	82,94 ^b	88,23	91,43	77,70	88,94	89,83
Norma			95,34	87,18	83,95	85,37 ^a	88,90 ^a	88,53 ^a	89,85 ^a	86,70	89,94 ^a	94,20 ^a	79,70 ^a	90,99 ^a	93,26 ^a
Reduzida			93,82	84,86	83,55	82,60 ^b	85,91 ^b	84,58 ^b	86,11 ^b	87,66	87,36 ^b	91,47 ^b	77,51 ^b	88,01 ^b	89,73 ^b
0			96,47	83,58	83,34	84,12	88,16	86,98	89,34	87,23 ^{ab}	88,83	92,31	77,62	91,05	92,90
150			93,89	87,33	84,30	83,98	87,66	86,54	88,74	90,71 ^a	88,75	93,53	78,38	88,31	90,79
300			92,19	85,50	83,62	84,83	87,88	86,93	87,42	85,74 ^{ab}	87,61	94,04	79,79	89,46	90,59
450			93,80	87,45	83,58	83,63	86,91	85,00	86,86	87,59 ^{ab}	88,26	91,67	78,45	88,39	90,83
600			96,54	86,22	83,91	83,37	86,41	87,33	87,55	84,64 ^b	89,82	92,62	78,80	90,28	92,34
P – valor															
Blocos			0,0275*	0,0006**	0,0002**	0,0041**	0,0152*	0,0075**	<,0001**	<,0001**	<,0001*	0,0003**	0,0010**	<,0001**	<,0001**
Nível			0,3839	0,4935	0,9897	0,9525	0,8564	0,7848	0,7556	0,0459*	0,7927	0,6360	0,7349	0,3087	0,6185
Dieta			0,3547	0,1346	0,7403	0,0250*	0,0098**	0,0024**	0,0064**	0,4563	0,0249*	0,0130*	0,0311*	0,0028**	0,0033**
Nível x Dieta			0,7100	0,0260*	0,9120	0,8174	0,6111	0,3852	0,7955	0,0165*	0,7886	0,6138	0,5535	0,7718	0,6099
CV (%)			7,73	7,94	6,43	6,41	5,75	6,44	6,74	6,57	5,66	5,13	5,67	4,80	5,65

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste T; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

al. (2013) destacaram que o elemento arginina, por exemplo, é considerado aminoácido de essencialidade para dieta das aves, sobretudo, em sua fase inicial.

A interação entre aminoácidos na dieta de poedeiras e seus impactos, foi observada por Costa, Pinheiro e Lima (2015). Os autores afirmaram que deve-se levar em consideração os demais nutrientes em vista da quantidade de aminoácidos, como os níveis de proteína e energia disponibilizada às aves. Esses são fatores que podem limitar o consumo de ração pela ave, entretanto podem ser moldadas a partir de fatores como genética, ambiência, entre outros.

Partindo deste princípio, o trabalho de Souza et al. (2009), investigou a formulação de dietas para poedeiras comerciais Hy-Line W36 de 25 a 41 semanas, em relação aos níveis de arginina e lisina. Neste trabalho, observou-se que a relação entre arginina e lisina da dieta, influenciou de maneira positiva e linear o consumo de ração com o aumento dessa relação. O autor atribui a importância deste aumento em condições elevadas de temperaturas, uma vez que sob estas condições, as aves tendem a diminuir o consumo de ração. Assim, o incremento de arginina em relação às doses de lisina, tem sido sugerido por diversos autores, não somente para melhoria do desempenho de aves, mas também em condições de estresse calórico.

Para Novak et al. (2006), o menor consumo de ração está relacionado com a mudança de níveis de proteína na dieta, especialmente quando níveis de aminoácidos no sangue são alterados. Desta forma, o incremento balanceado de aminoácidos pode atender exigências da ave e propiciar melhores características de produção. Ainda em relação ao consumo de ração, houve efeito entre os níveis fornecidos de L – pidolato de cálcio® e interação entre dieta em que as aves alimentadas com dieta reduzida e inclusão de 150g/ton do produto tiveram o maior consumo de ração, enquanto que, aves alimentadas com os tratamentos um e dois tiveram as menores médias de consumo.

Na tabela 4 estão apresentadas as médias relacionadas à produção de ovos (%). A média de produção de ovos durante o período experimental apresentou diferença ($p < 0,05$) apenas na 58ª e 63ª semana de idade para o fator dieta em que a produções de ovos de aves alimentadas com dietas com níveis normais dos aminoácidos testados foram superiores à dieta reduzida. Este fato já fora relatado por Peganova e Eder (2003) e Costa, Pinheiro e Lima (2015), que atribuíram que

deficiências em aminoácidos essenciais prejudicam a produção de ovos. Viana (1989), por exemplo, coloca o antagonismo entre aminoácidos como um dos fatores que podem resultar na diminuição da produção de ovos.

Não houve interação significativa entre níveis de L – pidolato de cálcio® com a dieta das poedeiras, para a produção de ovos. Estes dados não estão de acordo com os resultados obtidos por Agblo e Duclos (2011), que avaliaram o efeito da suplementação do produto na água oferecida às poedeiras idosas de linhagem Hy Line Brown. Para este teste, utilizaram-se de 100.000 galinhas e, puderam observar com este ensaio que, a produção de ovos aumentou 6%, a partir da adição de L – pidolato de cálcio®.

Em relação à médias do peso de ovos (g) (Tabela 5) de galinhas poedeiras tratadas com L – pidolato de cálcio®, a média do peso de ovos das aves ao longo da semana apresentou diferença significativa para o fator dieta na 59^a, 62^a, 65^a e 69^a semanas de idade pois as aves tratadas com dieta normal tiveram média superior às que se alimentaram da dieta reduzida. Percebe-se que, a redução de arginina e prolina, pode afetar a qualidade de ovos produzidos por poedeiras comerciais.

O efeito da dieta sobre a massa do ovo proporcionou médias superiores para dieta normal, como pode ser observado na tabela 6. Silva et al. (2006), que procurou avaliar a redução dos níveis protéicos e suplementação com metionina e lisina em rações para poedeiras leves, mostrou que, em relação à lisina e arginina, poedeiras leves exigem níveis de arginina 18% superior, para produção e massa e ovos. No estudo realizado, este valor foi de 39% de arginina em relação à lisina para dietas normais, onde as massas de ovos foram maiores.

Em relação ao nível de arginina em dieta reduzida, este acréscimo foi de cerca 9% em relação ao de lisina, onde não se teve diferença significativa para massa de ovos. Para a 58^a semana de idade, em que houve efeito significativo para a interação dos fatores, a dieta basal normal com inclusão de 150 g/ton de L – pidolato de cálcio® apresentou a melhor média entre os tratamentos.

Lima e Silva (2007), realizaram um estudo para avaliar o efeito da relação arginina:lisina digestível sobre o desempenho de poedeiras leves e semi-pesadas. Os níveis de arginina e de lisina não influenciaram no ($P>0,05$): consumo de ração (CR); produção de ovos (PR); massa de ovos (MO); conversão por massa de ovos (CMO) e gravidade específica (GE). Porém, a linhagem semipesada (Lohmann

Tabela 4 Média da produção de ovos (%) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	Semanas												
			57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68 ^a	69 ^a
1	Normal	0	83,12	82,08	79,35	81,73	82,20	79,82	82,26	77,14	78,99	78,33	78,04	80,24	80,71
2	Normal	150	82,36	87,20	77,62	79,05	79,11	80,24	77,68	78,15	78,51	79,82	77,32	77,80	76,79
3	Normal	300	83,61	80,18	80,54	82,26	81,73	78,81	80,71	76,96	76,96	78,81	77,32	79,76	76,07
4	Normal	450	85,67	82,44	78,15	75,54	78,93	82,35	76,01	75,18	73,27	75,48	78,99	76,25	81,31
5	Normal	600	83,68	80,36	74,88	77,14	76,31	77,32	77,20	75,00	74,82	79,17	75,60	74,76	79,82
6	Reduzida	0	81,25	77,50	75,54	79,52	76,13	80,54	74,94	72,80	73,57	73,15	77,02	76,61	75,89
7	Reduzida	150	80,63	74,11	74,05	76,43	76,07	78,81	73,45	74,23	76,34	76,34	77,08	75,89	74,26
8	Reduzida	300	84,17	76,73	75,71	76,85	75,65	79,76	70,60	73,50	70,83	77,97	80,84	76,25	77,08
9	Reduzida	450	81,53	78,57	79,29	75,60	82,03	76,79	73,63	75,18	77,44	76,25	77,08	79,64	75,06
10	Reduzida	600	83,19	70,18	70,89	76,90	74,40	75,36	75,18	69,88	72,98	73,21	78,10	77,74	76,85
	Normal		83,69	82,45 ^a	78,11	79,14	79,65	79,71	78,77 ^a	76,49	76,51	78,32	77,45	77,76	78,94
	Reduzida		82,15	75,42 ^b	75,10	77,06	76,86	78,25	73,56 ^b	73,12	74,23	75,39	78,02	77,23	75,83
P – valor															
	Bloco		0,7202	0,1306	0,2645	0,1611	0,1134	0,0727	0,0115*	0,0171*	0,0703	0,0071**	0,0743	0,0616	0,0945
	Nível		0,8275	0,2983	0,3722	0,5648	0,4380	0,6915	0,7177	0,7748	0,7610	0,7799	0,9447	0,9420	0,8591
	Dieta		0,3122	0,0002**	0,1389	0,3215	0,1173	0,4220	0,0048**	0,0773	0,2607	0,0933	0,7519	0,7734	0,1238
	Nível x Dieta		0,8943	0,3235	0,8921	0,9245	0,4570	0,7906	0,5624	0,9249	0,5148	0,7005	0,8531	0,5958	0,8237
	CV (%)		8,14	10,08	11,73	11,94	10,06	10,22	10,48	11,22	11,92	10,03	10,35	10,71	11,54

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Tabela 5. Médias do peso de ovos (g) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	Semana												
			57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68 ^a	69 ^a
1	Normal	0	63,54	62,16 ^A	61,86	63,16 ^A	62,25	62,54	61,65	62,76 ^A	63,37	63,60	64,39 ^A	62,43	63,74
2	Normal	150	62,76	62,78 ^a	61,73	62,25 ^A	62,93	62,28	62,81	62,60 ^A	63,51	63,61	63,92 ^A	63,03	63,06
3	Normal	300	62,01	61,36 ^{AB}	61,08	60,78 ^B	61,75	61,69	61,00	60,86 ^B	61,97	61,84	62,30 ^{AB}	61,86	61,28
4	Normal	450	61,26	60,25 ^B	58,69	60,83 ^B	60,95	60,26	59,33	59,85 ^B	61,01	61,24	61,69 ^B	61,08	61,51
5	Normal	600	62,65	62,00 ^{AB}	61,98	61,30 ^{AB}	62,34	61,93	60,65	61,69 ^A	62,64	62,26	62,68 ^{AB}	62,78	61,90
6	Reduzida	0	62,01	61,18 ^{AB}	60,71	60,76 ^B	61,18	60,75	61,09	61,27 ^{AB}	61,50	61,95	61,72 ^{AB}	61,12	61,22
7	Reduzida	150	61,09	59,94 ^B	59,90	60,16 ^B	60,74	59,39	60,45	60,06 ^B	60,17	60,92	60,93 ^B	60,17	60,42
8	Reduzida	300	61,85	62,13 ^A	59,52	61,79 ^{AB}	61,80	61,14	61,80	60,97 ^{AB}	61,13	62,57	63,35 ^{AB}	62,23	61,06
9	Reduzida	450	62,26	62,21 ^A	60,16	61,84 ^{AB}	61,54	61,17	61,59	61,52 ^{AB}	61,81	61,96	62,64 ^{AB}	61,59	62,22
10	Reduzida	600	61,41	60,25 ^B	59,12	60,12 ^B	61,07	61,26	59,78	60,35 ^B	60,96	62,09	62,10 ^{AB}	61,36	60,65
	Normal		62,45	61,71	61,07 ^a	61,66	62,04	61,74 ^a	61,09	61,55	62,50 ^a	62,51	62,99	62,24	62,30 ^a
	Reduzida		61,72	61,14	59,88 ^b	60,93	61,27	60,74 ^b	60,94	60,83	61,11 ^b	61,90	62,15	62,29	61,12 ^b
P – valor															
	Bloco		0,0729	0,1526	0,0193*	0,0161*	0,0146*	0,0882	0,5265	0,0001**	0,0168*	0,0141*	0,0041**	0,0008**	0,0153*
	Nível		0,2379	0,8986	0,3378	0,5519	0,9081	0,5464	0,3856	0,2650	0,6736	0,5998	0,7627	0,8527	0,5425
	Dieta		0,2313	0,2308	0,0422*	0,1148	0,0689	0,0272*	0,7922	0,0777	0,0038**	0,1764	0,0787	0,0535	0,0291*
	Níveis x Dietas		0,4778	0,0143*	0,1877	0,0443*	0,2515	0,0919	0,1003	0,0148*	0,0825	0,0690	0,0156*	0,1570	0,2122
	CV (%)		3,51	3,39	4,24	3,33	3,04	3,22	4,03	2,91	3,34	3,22	3,38	3,47	3,84

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha= 0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste T; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Tabela 6. Médias da massa de ovos (g) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	Semanas												
			57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68 ^a	69 ^a
1	Normal	0	52,72	50,92 ^a	49,76	51,54	51,52	49,85	50,63	48,35	50,17	49,84	50,19	50,12	51,43
2	Normal	150	51,67	54,73 ^a	47,89	49,19	49,71	49,87	48,82	49,38	49,87	50,77	49,44	49,02	48,48
3	Normal	300	51,76	49,11 ^{ab}	49,17	49,79	50,38	48,54	49,11	46,77	47,64	48,70	48,10	49,29	46,47
4	Normal	450	50,97	49,63 ^{ab}	45,84	45,93	48,17	49,39	44,98	45,56	44,67	46,16	48,67	46,59	49,93
5	Normal	600	52,40	49,79 ^{ab}	46,46	47,39	47,65	47,87	46,79	46,39	46,89	49,38	47,49	46,95	49,45
6	Reduzida	0	50,43	47,34 ^b	46,05	48,38	46,56	48,89	45,86	44,65	45,82	45,35	47,60	46,91	46,50
7	Reduzida	150	49,21	44,35 ^b	44,41	45,99	46,22	46,74	44,47	44,57	45,93	46,46	47,04	45,81	44,87
8	Reduzida	300	52,04	47,65 ^{ab}	45,13	47,51	46,78	48,73	43,68	43,10	43,33	47,03	48,97	47,44	47,06
9	Reduzida	450	50,73	48,76 ^{ab}	47,68	46,69	50,67	47,00	47,14	46,20	47,82	47,20	48,21	49,62	46,52
10	Reduzida	600	51,15	42,79 ^b	41,86	46,21	45,45	46,13	44,74	42,13	44,43	45,46	48,60	47,74	46,61
	Normal		51,90	50,84 ^a	47,82 ^a	48,77	49,49 ^a	49,10	48,07 ^a	47,29 ^a	47,85	48,97 ^a	48,78	48,39	49,15 ^a
	Reduzida		50,71	46,18 ^b	45,03 ^b	46,96	47,13 ^b	47,50	45,18 ^b	44,13 ^b	45,47	46,30 ^b	48,08	47,50	46,31 ^b
P – valor															
	Bloco		0,1782	0,0599	0,0629	0,0041**	0,0272*	0,0148*	0,0001**	0,0003**	0,1008	0,0004**	0,0074**	0,0446*	0,0033**
	Nível		0,8545	0,2562	0,4046	0,4227	0,4740	0,6767	0,5217	0,5534	0,5612	0,8662	0,9228	0,9618	0,6795
	Dieta		0,2259	<,0001**	0,0293*	0,2112	0,0308*	0,1161	0,0038**	0,0095**	0,0618	0,0201*	0,8037	0,4760	0,0173*
	Nível x Dieta		0,8697	0,0192*	0,4837	0,4829	0,2239	0,8610	0,0937	0,4762	0,2805	0,4748	0,8500	0,4309	0,6402
	CV (%)		8,50	9,25	12,08	10,65	9,86	9,33	9,20	10,24	12,00	10,51	10,49	11,57	10,88

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Brown) apresentou melhores valores para conversão alimentar por massa e gravidade específica dos ovos.

A tabela 7 mostra as médias de conversão alimentar das aves no período de 13 semanas. Houve efeito do fator dieta na 2ª, 3ª e 8ª semana mostrando pior média em ambas as semanas para aves que consumiram dieta reduzida. Na 4ª semana observou-se pior média de conversão para os tratamentos com 600g/ton de L – pidolato de cálcio® de cálcio enquanto que a média dos tratamentos sem a inclusão do produto apresentaram melhor conversão alimentar.

As médias da resistência da casca de ovos (Kgf) de galinhas poedeiras tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 11 semanas são apresentadas na Tabela 8. As aves tratadas com dieta basal normal com inclusão de 150 g/ton de L – pidolato de cálcio® tiveram maior resistência da casca do ovo na segunda semana. Na 4ª semana houve diferença para os fatores dieta e nível sendo a dieta reduzida mais resistente à quebra e 300 g/ton de L – pidolato de cálcio® o melhor nível de inclusão. Na 6ª semana o as aves alimentadas com o nível de 300 g/ton de L – pidolato de cálcio® também apresentaram melhor média em relação às aves que se alimentaram aos outros níveis. A partir da 7ª semana até o final do período experimental é possível observar o efeito significativo e permanente da dieta mostrando que aves que se alimentaram com dietas reduzidas nos níveis de arginina e prolina tiveram maior resistência a quebra.

A influência que o L – pidolato de cálcio® exerce sobre a resistência de casca de ovos pode ser descrito por Valderrama e Rolletau (2013). Os autores afirmam que, a partir de 50 semanas de idade, há geralmente disfunção no metabolismo de cálcio das aves. Assim, a capacidade de absorção e mobilização deste elemento fica reduzida, prejudicando os componentes internos da membrana do ovo. O trabalho de tais autores buscou inferir sobre a influência da incorporação de L – pidolato de cálcio® em dietas de Lohmann com 55 semanas de idade, nos parâmetros qualitativos da produção de ovos. Nesta pesquisa, puderam constatar que o L – pidolato de cálcio® incorporado à 300g/ton, pode acarretar no acréscimo de 5% na produção de ovo; bem como a redução em 25% de problemas que envolvem a qualidade de casca do ovo. Assim sendo, este trabalho pode mostrar que a incorporação de L – pidolato de cálcio®, auxilia na manutenção da qualidade de ovos, ou seja, contribui para síntese de membranas da casca, mediante sua participação e importância no metabolismo cálcico

Tabela 7. Médias da conversão alimentar (Kg/Kg) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 57 a 69 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	Semanas												
			57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68 ^a	69 ^a
1	Normal	0	1,81	1,75	1,69	1,67	1,80	1,83	1,83	1,81	1,82	1,93	1,58	1,88	1,87
2	Normal	150	1,85	1,76	1,79	1,77	1,82	1,79	1,87	1,75	1,85	1,90	1,55	1,86	1,94
3	Normal	300	1,81	1,74	1,71	1,74	1,75	1,81	1,82	1,86	1,87	1,94	1,70	1,83	1,96
4	Normal	450	1,90	1,72	1,82	1,80	1,75	1,76	1,96	1,95	1,96	1,97	1,59	1,96	1,86
5	Normal	600	1,87	1,73	1,77	1,79	1,87	1,90	1,92	1,88	1,97	1,91	1,69	1,97	1,94
6	Reduzida	0	1,95	1,68	1,79	1,66	1,85	1,71	1,91	1,98	1,92	2,01	1,64	1,92	1,96
7	Reduzida	150	1,90	1,82	1,83	1,74	1,86	1,81	1,95	2,10	1,94	1,98	1,67	1,92	2,00
8	Reduzida	300	1,76	1,81	1,86	1,77	1,90	1,79	1,98	1,99	2,04	1,98	1,55	1,90	1,94
9	Reduzida	450	1,81	1,84	1,78	1,75	1,72	1,81	1,92	1,91	1,84	1,92	1,63	1,75	1,93
10	Reduzida	600	1,87	1,99	1,97	1,80	1,88	1,79	1,92	2,02	1,95	2,02	1,62	1,87	1,94
	Normal		1,85	1,74 ^b	1,76 ^b	1,75	1,80	1,82	1,88	1,85 ^b	1,89	1,93	1,62	1,90	1,91
	Reduzida		1,86	1,83 ^a	1,84 ^a	1,74	1,84	1,78	1,94	2,00 ^a	1,94	1,98	1,62	1,87	1,95
	0		1,88	1,71	1,74	1,66 ^b	1,83	1,77	1,87	1,89	1,87	1,97	1,61	1,90	1,92
	150		1,87	1,79	1,81	1,75 ^{ab}	1,84	1,80	1,91	1,92	1,89	1,94	1,61	1,89	1,97
	300		1,79	1,78	1,79	1,76 ^{ab}	1,82	1,80	1,90	1,93	1,95	1,96	1,63	1,87	1,95
	450		1,86	1,78	1,80	1,77 ^{ab}	1,74	1,79	1,94	1,93	1,90	1,95	1,61	1,86	1,90
	600		1,87	1,86	1,87	1,80 ^a	1,87	1,84	1,92	1,95	1,96	1,97	1,66	1,92	1,94
P – valor															
	Bloco		0,4262	0,4243	0,0045**	0,0074**	0,1932	0,0810	0,0314*	0,0705	0,5408	0,0051**	0,3982	0,4471	0,0900
	Nível		0,5971	0,2591	0,3085	0,0314*	0,1514	0,7153	0,8051	0,9744	0,7363	0,9666	0,9037	0,8936	0,7713
	Dieta		0,8512	0,0475*	0,0167*	0,7098	0,2146	0,2629	0,1348	0,0045**	0,3705	0,1314	0,9121	0,5649	0,3095
	Nível x Dieta		0,4366	0,1478	0,2565	0,9092	0,5579	0,4017	0,4407	0,2267	0,3453	0,6331	0,1390	0,2165	0,8780
	CV (%)		9,93	12,08	8,94	6,85	8,28	7,98	8,54	12,04	11,32	8,03	9,95	10,45	8,80

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Tabela 8. Médias da resistência da casca de ovos (Kgf) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 68 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	Semanas										
			58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
1	Normal	0	3,31	3,27 ^{ab}	3,25	3,42	3,42	3,31	3,14	3,30	3,28	3,50	3,29
2	Normal	150	3,21	3,79 ^a	3,24	3,56	3,58	3,31	3,56	3,39	3,51	3,28	3,16
3	Normal	300	3,44	3,46 ^{ab}	3,41	3,72	3,38	3,72	3,57	3,53	3,48	3,06	3,56
4	Normal	450	2,95	3,08 ^b	3,33	3,47	3,19	3,24	3,11	3,26	3,37	3,06	3,41
5	Normal	600	3,46	3,33 ^{ab}	3,45	3,26	3,29	3,61	3,35	3,50	3,47	3,22	3,55
6	Reduzida	0	3,19	3,88 ^{ab}	3,44	3,86	3,65	3,52	3,68	3,55	3,69	3,55	3,44
7	Reduzida	150	3,27	3,32 ^{ab}	3,45	3,71	3,53	3,46	3,48	3,60	3,88	3,54	3,58
8	Reduzida	300	3,47	3,59 ^{ab}	3,70	3,81	3,52	3,77	3,51	3,59	3,62	3,68	3,69
9	Reduzida	450	3,45	3,33 ^{ab}	3,46	3,28	3,43	3,38	3,73	3,71	3,87	3,55	3,51
10	Reduzida	600	3,47	3,36 ^{ab}	3,47	3,65	3,43	3,32	3,48	3,57	3,69	3,19	3,83
	Normal		3,27	3,38	3,34	3,49 ^b	3,37	3,44	3,34 ^b	3,40 ^b	3,42 ^b	3,22 ^b	3,39 ^b
	Reduzida		3,37	3,50	3,50	3,66 ^a	3,51	3,49	3,58 ^a	3,61 ^a	3,75 ^a	3,50 ^a	3,61 ^a
	0		3,25	3,57 ^a	3,34	3,64 ^{ab}	3,53	3,41 ^{ab}	3,41	3,43	3,49	3,52	3,36
	150		3,24	3,56 ^{ab}	3,35	3,64 ^{ab}	3,56	3,38 ^{ab}	3,52	3,50	3,69	3,41	3,37
	300		3,45	3,52 ^{ab}	3,56	3,76 ^a	3,45	3,74 ^a	3,54	3,56	3,55	3,37	3,62
	450		3,20	3,20 ^b	3,39	3,37 ^{ab}	3,31	3,31 ^b	3,42	3,48	3,62	3,30	3,46
	600		3,46	3,34 ^{ab}	3,46	3,46 ^b	3,36	3,46 ^{ab}	3,42	3,54	3,58	3,20	3,69
P – Valor													
	Blocos		0,4040	0,0020**	0,0373*	0,4206	0,1868	0,5450	0,6842	0,2106	0,7703	0,1626	0,0020**
	Nível		0,2234	0,0411*	0,5593	0,0464*	0,2969	0,0483*	0,8954	0,9080	0,7300	0,1370	0,0620
	Dieta		0,3139	0,2167	0,0746	0,0487*	0,1110	0,5620	0,0374*	0,0292*	0,0011*	0,0009*	0,0153*
	Nível x Dieta		0,2786	0,0063**	0,9087	0,1682	0,8280	0,4666	0,1271	0,6767	0,7586	0,0539	0,7466
	CV (%)		12,67	11,51	12,10	10,97	11,05	12,07	14,06	12,04	12,10	10,55	11,05

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Tais resultados corroboram com a patente descrita por Laurenceau (2002), onde o autor incentiva a utilização de L – pidolato de cálcio® para a obtenção de melhora significativa na qualidade de casca de ovos, em especial nos critérios de aparência e resistência mecânica da casca. Vale lembrar que o trabalho, cuja condições experimentais já foram citadas, de Agblo e Duclos, apresentou diminuição em cerca de 27% de ovos quebrados a partir da ingestão de L – pidolato de cálcio® na água oferecidas para poedeiras Hy Line Brown. Para a presente pesquisa, em suma, na segunda semana de ensaio, pode-se observar diferença significativa entre as dietas e níveis de produto oferecidos. Para tanto, as maiores médias de resistência de casca foram notadas sob as doses de 300g/ton e 450 g/ton.

Também houve diferença significativa para interação nível e dieta para peso da casca (Tabela 9) na 2ª, 4ª, 6ª e 7ª semana. Os tratamentos que apresentaram melhores médias destas semanas foi o tratamento 7 para 2ª e 4ª semana, e o tratamento 5, nas semanas 6 e 7.

A dieta normal também apresentou maiores valores médios em relação à espessura da casca de ovo, como é mostrado com a Tabela 10. Estas médias foram significativas apenas, para o efeito da dieta na 4ª e 8ª semana, em que a dieta normal apresentou maior média na 4ª semana porém média inferior na 8ª semana. Porém, na 1ª semana de estudo, pode-se observar que houve diferença em relação aos níveis do produto L – pidolato de cálcio®, entre as dietas reduzidas.

Na tabela 11, partir da 6ª semana até a última semana de coleta houve diferença significativa para o fator dieta, em que a média da unidade Haugh da dieta reduzida foi superior à média da dieta normal. Partindo do pressuposto que o L – pidolato de cálcio®, disponibiliza fontes de cálcio, Murata et al. (2009), estudou níveis de cálcio sobre o desempenho e qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais. Nesta pesquisa, avaliou-se consumo de ração; peso da casca dos ovos; gravidade específica; unidade Haugh e porcentagem de casca de ovos. Destas características, apenas valores de conversão alimentar foram significativamente menores ($p < 0,01$), quando houve o fornecimento de 4,55% de cálcio na dieta. Já as demais variáveis não foram significativas para esta finalidade.

A avaliação de gravidade específica de ovos (Tabela 12), apresentou discreta diferença ($p < 0,05$) na última semana em que a dieta reduzida apresentando uma maior média da gravidade específica do que a dieta normal.

Tabela 9. Médias do peso da casca de ovos (g) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 68 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	Semanas										
			58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
1	Normal	0	5,39	5,28 ^B	5,38	5,48 ^{ab}	5,48	5,51 ^{ab}	5,52 ^{ab}	5,47	5,73	5,50	5,59
2	Normal	150	5,35	5,46 ^A	5,43	5,68 ^{ab}	5,54	5,64 ^{ab}	5,73 ^a	5,71	5,66	5,55	5,44
3	Normal	300	5,44	5,41 ^A	5,45	5,61 ^{ab}	5,51	5,57 ^{ab}	5,48 ^{ab}	5,70	5,64	5,53	5,48
4	Normal	450	5,20	4,98 ^B	5,30	5,40 ^b	5,34	5,18 ^b	5,25 ^b	5,50	5,53	5,20	5,50
5	Normal	600	5,47	5,40 ^A	5,52	5,58 ^{ab}	5,66	5,72 ^a	5,69 ^a	5,66	5,74	5,42	5,54
6	Reduzida	0	5,32	5,44 ^A	5,51	5,76 ^{ab}	5,53	5,47 ^{ab}	5,70 ^a	5,64	5,69	5,52	5,67
7	Reduzida	150	5,05	5,15 ^B	5,35	5,41 ^{ab}	5,37	5,24 ^b	5,34 ^b	5,45	5,69	5,38	5,54
8	Reduzida	300	5,37	5,51 ^A	5,43	5,62 ^{ab}	5,56	5,69 ^{ab}	5,54 ^a	5,82	5,63	5,72	5,50
9	Reduzida	450	5,50	5,60 ^A	5,58	5,58 ^a	5,45	5,33 ^{ab}	5,50 ^{ab}	5,72	5,70	5,56	5,56
10	Reduzida	600	5,40	5,05 ^B	5,37	5,54 ^{ab}	5,37	5,51 ^{ab}	5,51 ^{ab}	5,59	5,58	5,43	5,59
	Normal		5,37	5,31	5,41	5,55	5,51	5,55	5,53	5,61	5,66	5,44	5,51
	Reduzida		5,33	5,35	5,45	5,58	5,46	5,58	5,52	5,65	5,66	5,52	5,57
	0		5,36	5,36	5,45	5,62	5,51	5,49 ^{ab}	5,61	5,56	5,71	5,51	5,63
	150		5,20	5,31	5,39	5,55	5,46	5,44 ^{ab}	5,54	5,58	5,68	5,47	5,49
	300		5,41	5,46	5,44	5,62	5,54	5,63 ^a	5,51	5,76	5,64	5,63	5,49
	450		5,35	5,29	5,44	5,49	5,40	5,26 ^b	5,38	5,61	5,62	5,38	5,53
	600		5,44	5,23	5,45	5,56	5,52	5,62 ^a	5,60	5,63	5,66	5,43	5,57
P – Valor													
	Blocos		0,8494	0,4244	0,0157*	0,3094	0,3652	0,0996	0,1240	0,3291	0,2374	0,0824	0,4722
	Nível		0,3375	0,3716	0,9768	0,5653	0,6248	0,0028**	0,1898	0,3610	0,8628	0,0784	0,5295
	Dieta		0,5931	0,5565	0,6020	0,5182	0,4204	0,2475	0,8004	0,5583	0,9598	0,1616	0,3383
	Nível x Dieta		0,1783	0,0008**	0,1698	0,0252*	0,1861	0,0420*	0,0223*	0,1467	0,5195	0,0528	0,9952
	CV (%)		6,38	6,35	4,97	4,39	4,98	5,18	5,50	5,37	4,69	4,62	4,89

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste T; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Tabela 10. Médias da espessura da casca dos ovos (mm) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 68 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	Semanas										
			59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
1	Normal	0	0,4061 ^{ab}	0,3809	0,3822	0,4239	0,4131	0,4083	0,4103	0,3847	0,4115	0,4065	0,3868
2	Normal	150	0,4161 ^{ab}	0,3915	0,4008	0,4280	0,4019	0,4045	0,4123	0,3948	0,4237	0,4110	0,3940
3	Normal	300	0,4106 ^{ab}	0,3903	0,4008	0,4214	0,3995	0,4142	0,4332	0,3856	0,4238	0,4077	0,3828
4	Normal	450	0,4215 ^{ab}	0,3748	0,3936	0,4279	0,4023	0,3960	0,4046	0,3834	0,4172	0,4024	0,3787
5	Normal	600	0,4169 ^{ab}	0,3996	0,4081	0,4261	0,4216	0,4063	0,4172	0,3868	0,4238	0,4121	0,3922
6	Reduzida	0	0,4478 ^a	0,3956	0,4052	0,4167	0,4081	0,4033	0,4185	0,3972	0,4235	0,4006	0,3885
7	Reduzida	150	0,4029 ^b	0,3901	0,4069	0,4198	0,4034	0,4042	0,3989	0,3877	0,4375	0,4283	0,3929
8	Reduzida	300	0,4129 ^{ab}	0,3898	0,4034	0,4215	0,4146	0,4305	0,4129	0,4001	0,4151	0,4133	0,3964
9	Reduzida	450	0,4205 ^{ab}	0,3844	0,3992	0,4078	0,4084	0,4165	0,4140	0,3909	0,4193	0,4091	0,3905
10	Reduzida	600	0,4076 ^{ab}	0,3875	0,3987	0,4060	0,4034	0,4108	0,4156	0,3923	0,4129	0,4014	0,3883
	Normal		0,4142	0,3874	0,3971	0,4255 ^a	0,4077	0,4058	0,4155	0,3871 ^b	0,4200	0,4079	0,3869
	Reduzida		0,4183	0,3895	0,4027	0,4144 ^b	0,4076	0,4131	0,4120	0,3937 ^a	0,4216	0,4105	0,3913
P – valor													
	Blocos		0,0011**	0,0301*	0,0239*	0,3620	<,0001**	0,1805	0,2843	0,0026**	0,4739	0,0784	0,4912
	Nível		0,3048	0,3820	0,5601	0,8988	0,7395	0,1215	0,1630	0,7668	0,4042	0,1132	0,6299
	Dieta		0,4933	0,6538	0,2403	0,0397*	0,9830	0,1358	0,4444	0,0229*	0,7346	0,5246	0,2247
	Nível x Dieta		0,0370*	0,4019	0,3174	0,6948	0,3134	0,3977	0,1806	0,1382	0,3683	0,2169	0,4473
	CV (%)		6,38	5,30	5,27	5,63	5,55	5,23	4,99	3,23	5,19	4,44	4,17

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Tabela 11. Médias da Unidade Haugh de ovos (mm) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 68 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	Semanas										
			59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
1	Normal	0	90,20	89,80	88,68 ^{AB}	87,46	88,59	89,42 ^{AB}	87,81	89,50	86,45	85,23	86,91
2	Normal	150	89,57	89,99	89,18 ^{AB}	87,54	89,82	90,59 ^{AB}	90,39	92,47	87,31	86,54	87,36
3	Normal	300	89,83	88,15	88,76 ^{AB}	87,09	89,90	87,41 ^B	88,20	89,76	86,19	83,47	84,91
4	Normal	450	88,33	87,27	85,58 ^B	87,51	89,53	88,68 ^B	87,44	89,41	85,26	83,46	86,41
5	Normal	600	90,39	90,20	89,47 ^A	88,41	90,16	92,10 ^{AB}	90,55	90,07	86,47	85,22	87,65
6	Reduzida	0	90,50	88,71	89,27 ^A	89,65	90,94	93,65 ^A	91,46	91,79	87,94	87,28	88,43
7	Reduzida	150	89,80	89,30	88,97 ^{AB}	90,05	89,47	91,48 ^{AB}	91,45	92,89	87,60	87,88	87,87
8	Reduzida	300	90,47	90,13	87,62 ^{AB}	88,08	89,98	92,02 ^{AB}	89,94	92,16	87,91	87,43	86,60
9	Reduzida	450	89,54	88,97	89,37 ^A	88,65	90,88	93,92 ^A	93,16	93,17	88,30	88,93	89,46
10	Reduzida	600	88,38	88,94	89,07 ^{AB}	87,33	91,15	91,37 ^{AB}	91,33	93,03	87,50	87,92	88,92
	Normal		89,66	89,08	88,34	87,60	89,60	89,64 ^b	88,88 ^b	90,24 ^b	86,34 ^b	84,79 ^b	86,65 ^b
	Reduzida		89,74	89,21	88,86	88,75	90,48	92,49 ^a	91,47 ^a	92,61 ^a	87,85 ^a	87,88 ^a	88,26 ^a
	0		90,35	89,25	88,98	88,55	89,76	91,53	89,63	90,64	87,20	86,25	87,67 ^{ab}
	150		89,68	89,64	89,08	88,79	89,64	91,04	90,92	92,68	87,46	87,21	87,61 ^{ab}
	300		90,15	89,14	88,19	87,59	89,94	89,72	89,07	90,96	87,05	85,45	85,75 ^b
	450		88,94	88,12	87,48	88,08	90,21	91,30	90,30	91,29	86,78	86,19	87,94 ^{ab}
	600		89,39	89,57	89,27	87,87	90,66	91,74	90,94	91,55	86,99	86,57	88,28 ^a
P – Valor													
	Blocos		0,3655	0,4193	0,0012 ^{**}	0,3810	0,3497	0,1161	0,4278	0,2717	0,5964	0,9740	0,7516
	Nível		0,2948	0,4371	0,1369	0,5467	0,6991	0,3766	0,3780	0,2308	0,9572	0,4919	0,0435*
	Dieta		0,8740	0,8192	0,2946	0,0256	0,0739	0,0001**	0,0005**	0,0001**	0,0089**	<,0001**	0,0044**
	Nível x Dieta		0,2246	0,1862	0,0251*	0,1916	0,4333	0,0291*	0,1539	0,4692	0,6255	0,2400	0,6809
	CV (%)		2,27	2,80	2,51	2,54	2,42	3,38	3,50	2,84	2,88	3,18	2,79

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste T; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Tabela 12. Médias da gravidade específica dos ovos (g/cm³) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® no período de 58 a 69 semanas de idade.

TR	Dieta***	Nível	Semanas											
			58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
1	Normal	0	1,0807	1,0820	1,0819	1,0837	1,0801	1,0811	1,0810	1,0830	1,0832	1,0831	1,0829	1,0796
2	Normal	150	1,0832	1,0799	1,0820	1,0826	1,0799	1,0826	1,0830	1,0826	1,0840	1,0827	1,0837	1,0805
3	Normal	300	1,0817	1,0821	1,0843	1,0841	1,0804	1,0817	1,0831	1,0840	1,0842	1,0840	1,0836	1,0817
4	Normal	450	1,0804	1,0812	1,0818	1,0804	1,0798	1,0815	1,0821	1,0834	1,0826	1,0836	1,0820	1,0809
5	Normal	600	1,0801	1,0800	1,0832	1,0852	1,0801	1,0819	1,0845	1,0846	1,0832	1,0835	1,0840	1,0825
6	Reduzida	0	1,0830	1,0824	1,0828	1,0835	1,0798	1,0817	1,0828	1,0831	1,0845	1,0832	1,0836	1,0830
7	Reduzida	150	1,0817	1,0807	1,0841	1,0825	1,0813	1,0801	1,0804	1,0819	1,0827	1,0840	1,0843	1,0813
8	Reduzida	300	1,0817	1,0826	1,0833	1,0812	1,0798	1,0821	1,0833	1,0836	1,0848	1,0846	1,0843	1,0837
9	Reduzida	450	1,0813	1,0797	1,0824	1,0817	1,0801	1,0822	1,0825	1,0827	1,0838	1,0853	1,0838	1,0814
10	Reduzida	600	1,0798	1,0813	1,0821	1,0821	1,0801	1,0810	1,0831	1,0829	1,0845	1,0845	1,0831	1,0813
	Normal		1,0812	1,0810	1,0826	1,0832	1,0800	1,0817	1,0827	1,0835	1,0834	1,0834	1,0833	1,0810 ^b
	Reduzida		1,0815	1,0813	1,0829	1,0822	1,0802	1,0814	1,0824	1,0828	1,0841	1,0843	1,0838	1,0822 ^a
P – Valor														
	Blocos		0,1620	0,5529	0,0611	0,4132	0,1282	0,2442	0,3658	0,7213	0,1920	0,6150	0,0007	0,1062
	Nível		0,1203	0,1480	0,4769	0,1437	0,9692	0,9593	0,0716	0,4397	0,4293	0,3893	0,6688	0,1765
	Dieta		0,6638	0,6498	0,6608	0,1759	0,7264	0,5920	0,5618	0,2417	0,1895	0,0639	0,3026	0,0320*
	Nível x Dieta		0,3966	0,7388	0,4419	0,2462	0,9092	0,4033	0,0796	0,9100	0,3765	0,8851	0,6603	0,0776
	CV (%)		0,26	0,28	0,27	0,30	0,26	0,26	0,22	0,24	0,20	0,21	0,22	0,21

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Tukey; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

A tabela 13, as aves que não tiveram restrição de aminoácidos proposta pela dieta reduzida apresentaram maior conteúdo mineral ósseo podendo ser observado o mesmo para a avaliação feita com tibiotarsos em que apresentou valor de inferior ao (tabela 14).

Tabela 13. Médias do conteúdo mineral ósseo (g) e da densidade mineral óssea (g/cm²) de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 com 69 semanas de idade tratadas com L – pidolato de cálcio®.

			Conteúdo Mineral Ósseo (g)	Densidade Mineral Óssea (g/cm²)		
TR	Nível (g/ton)	Idade (Semana)	Dieta*** Normal	Dieta*** Reduzida	Dieta*** Normal	Dieta*** Reduzida
1	0	Início	33,59	28,66	0,175	0,175
2	150	Início	30,55	27,89	0,163	0,163
3	300	Início	29,57	31,47	0,164	0,164
4	450	Início	31,54	29,34	0,170	0,170
5	600	Início	29,72	30,69	0,165	0,165
6	0	Final	34,28	29,56	0,180	0,159
7	150	Final	30,53	29,38	0,164	0,168
8	300	Final	31,79	32,61	0,172	0,179
9	450	Final	32,94	28,40	0,167	0,159
10	600	Final	32,73	29,17	0,174	0,164
Média		Início	30,99	29,61	0,167	0,167
		Final	31,13	29,79	0,168	0,164
		Total	31,72 ^a	29,72 ^b	0,169	0,167
Fatores			P -Valor			
	Bloco		<,0001**		<,0001**	
	Idade		0,7627		0,6115	
	Nível		0,5571		0,5862	
	Dieta		0,0131*		0,0618	
	Idade*Níveis		0,9865		0,7367	
	Idade*Dietas		0,4345		0,9314	
	Níveis*Dietas		0,1525		0,1789	
	Idade*Níveis*Dietas		0,7866		0,8096	
	CV (%)		15,14		10,39	

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Dunnett; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Concordando com esses resultados, é possível observar maior resistência óssea (tabela 15) diferentemente de Sohail e Roland Sr. que trabalharam com Hy-line W36 com 52 semanas de idade e com nível de 4% de cálcio e constataram

resistência óssea de tibiotarsos igual a 156,93 Newtons, valor esse, superior ao grupo inicial com 57 semanas de idade. Comprimento, peso e consequentemente, o índice Seedor dos tibiotarso, tiveram valores superiores para dieta normal.

Tabela 14. Médias do conteúdo mineral ósseo (g) e da densidade mineral óssea (g/cm²) de tibiotarsos de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® com 69 semanas de idade comparadas com a dieta controle.

TR	Dieta	Nível (g/ton)	CMO (g)	DMO (g/cm ²)
Controle	Controle	-	0,9158	0,1530
1	Normal	0	0,6658	0,1380
2	Normal	150	0,6885	0,1441
3	Normal	300	0,6720	0,1521
4	Normal	450	0,7070	0,1422
5	Normal	600	0,7080	0,1316
6	Reduzida	0	0,5993	0,1534
7	Reduzida	150	0,6949	0,1489
8	Reduzida	300	0,7399	0,1321
9	Reduzida	450	0,6613	0,1321
10	Reduzida	600	0,6163	0,1378
Dieta Controle			0,9158 ^a	0,1530
Dieta Normal			0,6883 ^b	0,1416
Dieta Reduzida			0,6623 ^b	0,1409
Fatores			P -Valor	
Bloco			<,0001**	0,2771
Nível			0,1720	0,1635
Dieta			<,0001**	0,0647
Nível x Dieta			0,0995	0,3340
CV (%)			12,88	13,45

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Dunnett; ***Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível).

Tabela 15. Médias dos parâmetros macroscópico de tibiotarsos de galinhas poedeiras brancas Hy-line W36 tratadas com L – pidolato de cálcio® com 69 semanas de idade comparadas com a dieta controle.

TR	Dieta***	Nível (g/ton)	RO (N)	ED. (mm)	EP (mm)	Compr. (cm)	Peso (g)	IS (mg/mm)
Controle	Controle	-	129,18	4,59	5,83	11,10	7,48	67,35
1	Normal	0	112,76	4,76	5,66	11,50	8,54	74,24
2	Normal	150	108,17	4,64	5,33	11,24	7,61	67,74
3	Normal	300	111,75	4,70	5,48	11,48	8,08	70,37
4	Normal	450	108,61	4,79	5,61	11,43	8,28	72,43
5	Normal	600	113,58	4,69	5,60	11,51	9,13	79,26
6	Reduzida	0	103,05	4,61	5,53	11,40	7,51	65,90
7	Reduzida	150	105,17	4,76	5,53	11,35	8,21	72,36
8	Reduzida	300	121,87	4,73	5,56	11,54	8,28	71,72
9	Reduzida	450	116,68	4,75	5,36	11,44	8,06	70,49
10	Reduzida	600	122,24	4,69	5,45	11,34	7,36	64,94
	Dieta Controle		129,18 ^a	4,59	5,83	11,10 ^b	7,48 ^b	67,35 ^b
	Dieta Normal		110,97 ^b	4,72	5,54	11,43 ^a	8,33 ^a	72,81 ^a
	Dieta Reduzida		113,80 ^b	4,71	5,49	11,41 ^b	7,89 ^b	69,08 ^b
Fatores			P -Valor					
	Bloco		0,0001**	0,2817	0,0453*	0,0523	0,0002*	0,0027**
	Nível		0,218	0,5128	0,3962	0,3969	0,4307	0,9581
	Dieta		0,013*	0,3188	0,0548	0,0353*	0,0057*	0,0177*
	Nível x Dieta		0,364	0,1374	0,0586	0,6712	0,0009*	0,0015**
	CV (%)		14,65	3,16	4,34	2,70	10,21	10,14

*Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,05$ pelo teste F; **Significativo ao nível de confiança de $\alpha=0,01$ de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas de letras minúsculas diferem entre si com probabilidade de 5% pelo teste de Dunnett; ***Tratamento controle (Animais avaliados antes do início do experimento), (Dieta normal (1,02% de prolina digestível e 0,99% de arginina digestível), Dieta reduzida (0,700% de prolina digestível e 0,702 de arginina digestível). RO - Resistência óssea; ED – Epífise distal; DF – Diáfise; EP – Epífise proximal; Compr. – Comprimento; IS – Índice Seedor.

6. CONCLUSÕES

A redução em 30% de arginina na dieta afetou o desempenho zootécnico das aves. Esta pesquisa suporta a recomendação de 150 g do L-Pidolato de Cálcio® por tonelada de ração para melhora da resistência e peso da casca do ovo.

7. REFERÊNCIAS

ABPA- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/producao-de-ovos-do-brasil-bate-recorde-historico-em-2016/20160129-083510-n719>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ALBATSHAN, H. A.; SCHEIDER, S. E.; BLACK, B. L.; GARLICH, J. D.; ANDERSON, K. E. Duodenal calcium uptake, femur ash, and eggshell quality decline with age and increase following molt. **Poultry Science**, v.73, p. 1590-1596, 1994.

AGBLO, PO.; DUCLOS, J. Effect of calcium pidolate supplementation through drinking water on zootechnic performances in aged laying hens. Downgraded eggs ratio, hen-day egg production and packed eggs. **9ème Journées de la Recherche Avicole, Tours, France, 29-30 Mars, 2011.**

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.681-685, 2001.

ALMEIDA PAZ, I.C.L.; MENDES, A. A.; QUINTEIRO, R. R.; VULCANO, L. C.; TAKAHASHI, S. E.; GARCIA, R. G.; KOMIYAMA, C. M.; BALOG, A.; PELICIA, K.; WESCHELER, F. S.; PICCININ, A. Bone mineral density of tibia and femur of broiler breeders: growth, development and production. **Braz. J. Poultry Sci.**, n. 8, p. 75-82, 2006.

ALMEIDA PAZ, I. C. L.; MENDES, A. A.; BALOG, A.; KOMIYAMA, C. M.; TAKAHASHI, S. E.; GARCÍA, E. A.; VULCANO, L. C.; BALLARIN, A. W.; SILVA, M. C.; CARDOSO, K. F. G. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Arch. zootec.**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 173-183 2009.

AL-ZAHRANI, K.; ROBERTS, J. R. The effect of dietary supplementation with calcium pidolate and 25-hydroxycholecalciferol on egg quality in commercial laying hens. In: 27 th ANNUAL AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM. p. 141, 2016 a.

AL-ZAHRANI, K.; ROBERTS, J. R. The effect of supplementation of two levels of calcium pidolate and two levels of 25-hydroxycholecalciferol on egg quality in commercial laying hens, p. 1-5, 2016b.

APINCO- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE PINTO DE CORTE.

Disponível em:
<http://avisite.com.br/index.php?page=estatisticaseprecos&acao=carnefrango>. Acesso em: 13 fev. 2017.

ARAÚJO, J. A. de. **Fornecimento e granulometria do calcário na alimentação de poedeiras durante a estação quente**. 2009. 84 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal da Paraíba- UFPB, Areia, 2009.

ASSUENA, V. FILARDI, R. da S.; JUNQUEIRA, O. M.; CASARTELLI, E. M.; LAURENTIZ, A. C.; DUARTE, K. F. Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formuladas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 93-99, 2008.

AUSTIC, R.E.; NESHEIM, M.C. Arginine, ornithine and proline metabolism of chicks: Influence of diet and heredity. **Journal of Nutrition**, v.101, n.10, p.1403-1413, 1971.

BANKS, W.J. Tecidos de sustentação - osso. In: Banks, W.J. (Ed.). **Histologia veterinária**. 2ª ed. Manole. São Paulo. p.137-165, 1991.

BAR, A.; SCHINDER, D.; YOSEFI, S. et al. Metabolism and requirements for calcium and phosphorus in the fast-growing chicken as affected by age. **British Journal of Nutrition**, v.89, n.1, p.51-60, 2003.

BELUSSO, D.; HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percurso**, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.

BERNARDINO, V. M. P.; PEREIRA, C. M. C.; ZANGERONIMO, G.; RODRIGUES, P. B.; MAKIYAMA, L. Proteína ideal para frangos de corte e poedeiras–Revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, n. 3, p. 2567-2487, 2013.

BROWN, E.M., MACLEOD, R.J. Extracellular calcium sensing and extracellular calcium signaling. **Physiology Reviews**, v. 81, n.1, p. 239–297, 2001.

CAMPBELL, M.K. **Bioquímica**. 3. ed. Porto Alegre-RS: Artmed. 2000.

CARBÓ, C. B. **La gallina ponedora**. Madrid, Espanha: Ediciones Mundi – Prensa, 519 p, 1987.

CARVALHO, L. S. S. C.; VILELA, D. R.; FAGUNDES, N. S.; SOUZA, Y. L. S.; FERNANDES, E. de. A. Qualidade de ovos e desempenho produtivo de poedeiras em segundo ciclo de postura alimentadas com microminerais quelatados a aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.4, p. 491-500, 2016.

CHANG, W.; TU, C.; CHEN, T. H.; BIKLE, D.; SHOBACK, D. The extracellular calcium-sensing receptor (CaSR) is a critical modulator of skeletal development. **Science Signaling**, v.1, n.35, p.1-13, 2008

CHIEN, Y.C.; HINCKE, M.T.; MCKEE, M.D. Avian eggshell structure and osteopontin. **Cells Tissues Organs**, v.189, p.38-43, 2009.

COELHO, C. N.; BORGES, M. O complexo Agro-industrial (CAI) da Avicultura. **Revista de política agrícola**, v. 8, n. 3, p. 1-36, 1999.

COSTA, F. G. P.; PINHEIRO, S. G.; DE LIMA, M. R. **Exigências de aminoácidos para poedeiras**. In: 29ª Reunião do CBNA – Congresso sobre Nutrição de Aves e Suínos 2015 De 02 a 04 de dezembro de 2015 – Hotel Fonte Colina Verde – São Pedro, SP, 2015.

DELL'ISOLA, A.T.P.; BAIÃO, N.C. Cálcio e fósforo para galinhas poedeiras-Avicultura. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, n.34, p.65-92, 2001.

DIAZ, R.; HURWITZ, S.; CHATTOPADHYAY, N. et al. Cloning, expression, and tissue localization of the calcium-sensing receptor in chicken (*Gallus domesticus*). **The American Journal of Physiology**, v.273, p.1.008–1.016, 1997.

DUFF, M.D.; DALY, J.M. Arginine and Immune Function. In: **Nutrition and immune function** (Frontiers in nutritional science). 1º edition, London-UK. 2002. 430p. 2002.

ELKIN, R. G.; FEATHERSTON, W. R.; ROGLER, J. C. Investigations of leg abnormalities in chicks consuming high tannin sorghum grain diets. **Poultry Science**, v. 57, n. 3, p. 757-762, 1978.

FAITARONE, A. B. G.; GARCIA, E. A.; ARTONI, S. M. B.; SGAVIOLI, S.; SILVA, M. D. P.; GONÇALVES, H. C.; PELÍCIA, K. Qualidade óssea de poedeiras comerciais leves alimentadas com rações suplementadas com diferentes óleos vegetais. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, n.3, p. 356-365, 2012.

FLEMING, R. H.; KORVER, D.; Mc CORMACK., H. A.; WHITEHEAD, C. C. Assessing bone mineral density *in vivo*: digitized fluoroscopy and ultrasound. **Poultry Sci.**, v. 83, p. 207-214, 2004.

GALLARDO, C., DADALT, J. C., RICCI, G. D., DA SILVA, J. C., & DE SOUZA, M. Limites da redução de proteína dietética com o uso de aminoácidos suplementares na alimentação de monogástricos. 2014. Disponível em: <http://posvnp.org/simposios/2014/resumos/MessiasAlvesdaTrindadeNeto.pdf>.

Acesso em: 03 jul. 2017.

GONZALES, E. A qualidade da casca do ovo. **Revista Alimentação Animal**, n.16, p.12-15, 1999.

HESTER, P. Y.; SCHREIWEIS, M. A.; ORBAN, J. I.; MAZZUCO, H.; KOPKA, M. N.; LEDUR, M. C.; MOODY, D. E. Assessing bone mineral density in vivo: dual energy X-ray absorptiometry. **Poultry science**, v.83, n. 2 p. 215-221, 2004.

HESTER, P. Y. Improving Egg Production and Hen Health with Calcium. Egg Innovations and Strategies for Improvements. San Diego, Academic Press: 319-329-Chapter 30, 2017.

HINCKE, M. T.; NYS, Y.; GAUTRON, J.; MANN, K.; RODRIGUEZ-NAVARRO, A. B.; McKEE, M. D. The eggshell: structure, composition and mineralization. **Front Biosci**, v. 17, p. 1266-1280, 2012.

HUNTON, P. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.7, n.2, p.67-71, 2005.

HURWITZ, S.; BAR, A.; COHEN, I. Regulation of calcium absorption in fowl intestine. **The American Journal of Physiology**, v.225, n.1, p.140–154, 1973.

HURWITZ, S.; PLAVINIK, I.; SHAPIRO, A. A calcium metabolism and requirements of chickens are affected by growth. **Journal of Nutrition**, v.10, n.125, p. 2679-2686, 1995.

ITO, R. Aspectos nutricionais relacionados à qualidade da casca de ovos. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 8, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 1998b.p.119-138.

KAROUI, R et al. Eggs and egg products. Infrared Spectroscopy for Food Quality Analysis and Control. **Academic Press**. San Diego, p. 399-414, 2009.

KETTA M., TŮMOVÁ E. Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: a review. **Czech J. Anim. Sci.**, 61: 299-309, 2016.

KORVER, D. R.; SAUNDERS – BLADES, J. L.; NODEAN, K. L. Assessing bone mineral density in vivo: quantitative computed tomography. **Poultry Sci.**, v. 83, p. 222-229, 2004.

KRAMPITZ, G.; GRAZER, G. Molecular mechanisms of biomineralization in the formation of calcified shells. **Angewandte Chemie International Edition**, v.27, p.1145-1156, 1988.

KUSSAKAWA, K.C.K.; FARIA. H.G. Discondroplasia tibial em frangos de corte: aspectos nutricionais. **Arquivo de Ciências e Saúde Unipar**, v.2, n.3, p. 275-282, 1998.

LAURENCEAU, R. **Composition for laying hens containing calcium L-pidolate**. U.S. Patent n. 6,362,215; 2002.

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, 75 – 28071 Madri. 2007. Disponível em: http://www.espatentes.com/pdf/2265686_t3.pdf. Acesso em: 20 jun. 2017.

LAURENCEAU, R.; ROULLEAU, X.; GARRES, P.; RENAC, J. **Substitution of calcium carbonate by calcium pidolate during the critical breeding phase**. (France), p. 1-39, 2011.

LEACH JR., R.M. Biochemistry of the organic matrix of the eggshell. *Poultry Science*, v.61, p.2040-2047, 1982.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Broiler breeder production**. Guelph: University Books, 2000.

LIMA, M. R. de; SILVA, J. H. V. da. Efeito da relação lisina: arginina digestível sobre o desempenho de poedeiras comerciais no período de postura. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 1, n. 4, p. 118-124, 2008.

LLOBET, J. A. C. et al. **Características del huevo fresco Producción de huevos**. Barcelona: Tecnograf S.A., 1989a. p. 239-54.

LLOBET, J. A. C. et al. **Factores que afectan a la calidad del huevo. Producción de huevos**. Barcelona: Tecnograf S.A., 1989b. p. 255-74.

LOPES, H. de A.; SILVA, C. N.; PINTO, O. C.; MARQUES, G.; CARTAGENES, N.; SOARES, W. D. B. Densitometria Óssea. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 13, n.2, p. 428-433, 2017.

LOUZADA, M. J. Q. Densidade de peças ósseas de frangos. Estudo pela densitometria óptica radiográfica. **Veterinária e Zootecnia**, v.9, 1997.

MAZZUCO, H. Integridade óssea em poedeiras comerciais: influência de dietas enriquecidas com ácidos graxos poliinsaturados e tipo de muda induzida. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA; 2006. **Circular Técnica**, 47.

MATEOS, G. G., COREN, S. C. L. Factores que influyen en la calidad del huevo. In: BLAS, C., MATEOS, G. G. **Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, Editorial Aedos, 1991. p. 227-262.

MAZZUCO, H. Integridade óssea em poedeiras comerciais: influência de dietas enriquecidas com ácidos graxos poliinsaturados e tipo de muda induzida. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA; 2006. **Circular Técnica**, 47.

MURAKAMI, A. E.; GARCIA, E. R. de M.; MARTINS, E. N.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, A. F. G. Efeito da inclusão de óleo de linhaça nas rações sobre o desempenho e os parâmetros ósseos de frangos de corte. **R. Bras. Zootec**, v. 38, n. 7, p. 1256-1264, 2009.

MURATA, L. S.; ARIKI, J.; SANTANA, A. P.; MORAES JARDIM FILHO, R, de. Níveis de cálcio e granulometria do calcário sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais. **Biotemas**, v. 22, n. 1, p. 103-110, 2011.

NYS, Y.; GUYOT, N. 6-egg formation and chemistry. Improving the safety and quality of eggs and egg products: egg chemistry, production and consumption. **Woodhead publishing**, v. 6, p. 83-132, 2011.

NÚÑEZ, R.; CARBALLADA, F.; BOQUETE, M. Two flushing-like reaction cases from calcium pidolate who tolerated calcium carbonate. **Allergologia et immunopathologia**, v. 40, n. 5, p. 318, 2012.

ONYANGO, E. M.; HESTER, P. Y.; STROSHIME, R.; ADEOLA, O. Bone densitometry as an indicator of tibia ash in broiler chickens fed varying dietary calcium and phosphorus levels. **Poultry Sci.**, v. 82, p. 1787- 1797, 2003.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, v.82, p.100-105, 2003.

PELÍCIA, K.; GARCIA, E. A.; FAITARONE, A. B. G.; SILVA, A. P.; BERTO, D. A.; MOLINO, A. B.; VERCESE, F. Calcium and Available Phosphorus levels for laying hens in second production cycle. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.11, n.1, p. 39-49, 2009.

PIZAURO JR, J.M. Estrutura e função do tecido ósseo. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. FUNEP. Jaboticabal-SP. p.247-265. 2002.

RICO, H.; CABRANES, J. A.; HERNANDEZ, E. R.; Del MOLINO, J. P.; ESCUDERO, G. Effect of calcium pidolate on biochemical and hormonal parameters in involutional osteoporosis. **Maturitas**, v. 12, n. 2, p. 105-111, 1990.

ROLAND, D.A. Eggshell quality III: Calcium and phosphorus requirements of commercial Leghorns. **World's Poultry Science Journal**, v.42, p.154-165, 1986.

ROLLEAU, X.; POLLET, B.; ALLENO, C. Influence of the incorporation into the feed of calcium Pidolate on the quantitative and qualitative parameters of the broiler production [Conference poster]. **Actes des 11èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, France, les 25 et 26 mars 2015**, p. 679-685, 2015.

SANZ, A.; CELAYA, S.; GRACIA, P.; GRACIA, M.L.; ALBERO, Y.R. Inmunonutrición. **Endocrinología y Nutrición**, v.51, n.4, p.202-17, 2004.

SEIFERT, M.F.; WATKINS, B.A. Role of dietary lipid and antioxidants in bone metabolism. **Nutrition Research**, v.17, n.7, p.1209-1228, 1997.

SCHREIWEIS, M. A.; ORBAN, J. I.; LEDUR, M. C.; HESTER, P. Y. The use densitometry to detect differences in bone mineral density and content of live white

Leghorns fed varying levels of dietary calcium. **Poultry Sci.**, v. 82, p. 1292-130, 2003.

SCHREIWEIS, M. A.; ORBAN, J. I.; LEDUR, M. C.; MOODY, D. E.; HESTER P.Y. Effects of ovulatory and egg laying cycle on bone mineral density and content White Leghorns as assessed by dual-energy x-ray absorptiometry. **Poultry Sci.**, v. 83, p. 1011-1019, 2004.

SECHINATO, A. da S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science.**, v. 43, n. 2, p. 159-166, 2006.

SEEDOR, J. G., et al. The bisphosphonate alendronate (MK – 217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rates. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.6, p. 339 – 346, 1991.

SILVA, E. L. da; SILVA, J. H. V. da; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G.; MARTINS, T. D. D.; COSTA, F. G.P. Redução dos níveis protéicos e suplementação com metionina e lisina em rações para poedeiras leves. **Rev. Bras. Zootec.**, 35, 491-496.

Sohail, S. S.; Roland Sr, D. A. Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-Line W36 hens. **Poultry science**, 81(1), 75-83, 2002.

SOLOMON, S.E. Egg and Eggshell Quality – Review. **The Journal of Agricultural Science**, v.118, p.259-259, 1992.

SOUZA, H. R. B. de. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina: lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais.** Pós-Graduação em Zootecnia (Tese de doutorado) -. Universidade de São Paulo., Pirassununga, 2009.

SWENSON, M.J. (Ed.) DUKES. **Fisiologia dos animais domésticos.** 10^a Ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 799p. 1988.

SWIATKIEWICZ, S.; ARCZEWSKA-WLOSEK, A.; JOZEFIAK, D. Bone quality, selected blood variables and mineral retention in laying hens fed with different dietary concentrations and sources of calcium. **Livestock Science**, v. 181, p. 194–199, 2015.

TANDIN, A.C. **Visão nutricional dos problemas locomotores em frangos de corte**. In: Conferência APINCO 1995 de ciência e tecnologia avícolas. Campinas: SP, p. 71-83, 1995.

VALDERRAMA, M.; ROLLEAU, X. Influence of the incorporation into the feed of calcium Pidolate and an available calcium carbonate (oyster shell) on the quantitative and qualitative parameters of the egg production. **Actes des 10èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras du 26 au 28 mars, 2013, La Rochelle, France**, p. 777-782, 2013.

VARGAS JR., J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P. C.; CUPERTINO, E. S.; CARVALHO, D. C de E.; SILVA, M. A. da.; PINTO, R. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 13 a 20 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1263-1273, 2004.

VELLASCO, C. R.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; CALDERANO, A. A.; MELLO, H. H. de C.; PASTORE, S. M. Níveis de cálcio e relação cálcio: fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade **Cienc. anim. bras.**, v.17, n.2, p. 206-216, 2016.

VELLEMAN, S.G. The role of the extracellular matrix in skeletal development. **Poultry Science**, v. 79, n.7, p.985-989, 2000.

VILELLA, J. Tecnologia & Vitaminas. **pidolato de calcio es más que una fuente de calcio altamente disponible. 2016.** Disponível em: <http://www.tecnovit.net/noticias-tecnovit/pidolato-de-calcio>. Acesso em: 20 mar. 2017.

XIE, M.; WANG, S.X.; HOU, S.S. HUANG, W. Interaction between dietary calcium and non-phytate phosphorus on growth performance and bone ash in early White Pekin Ducklings. **Animal Feed Science Technology**, v.151, p. 161-166, 2009.

WHITEHEAD, C. C. Overview of bone biology in egg-laying hen. **Poult. Sci**, v. 83, n.2, p. 193–199, 2004.

WU, G.; FLYNN, N.E.; YAN, W. et al. Glutamine metabolism in chick enterocytes: absence of pyrroline-5-carboxilase synthase and citruline synthesis. **Biochemical Journal**, v.306, p.717-721, 1995.