



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**COBALTO E VITAMINA B₁₂ EM RAÇÕES
PARA POEDEIRAS COMERCIAIS NO
SEGUNDO CICLO DE PRODUÇÃO**

REINALDO KANJI KATO

2001

51651
M.F.W. 38451

REINALDO KANJI KATO

**COBALTO E VITAMINA B₁₂ EM RAÇÕES PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS NO SEGUNDO CICLO
DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Antonio Gilberto Bertechini

Lavras

MINAS GERAIS - BRASIL

2001

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Kato, Reinaldo Kanji

Cobalto e vitamina B₁₂ em rações para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção / Reinaldo Kanji Kato. -- Lavras : UFLA, 2001.

51p. : il.

Orientador: Antonio Gilberto Bertechini.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Cobalto. 2. Poedeira. 3. Vitamina B₁₂. 4. Desempenho. 5. Ovo – Qualidade. 6. Nutrição de monogástrico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.5142

-636.50852

REINALDO KANJI KATO

**COBALTO E VITAMINA B₁₂ EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS
COMERCIAIS NO SEGUNDO CICLO DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 7 de março de 2001

Prof. Antônio Soares Teixeira

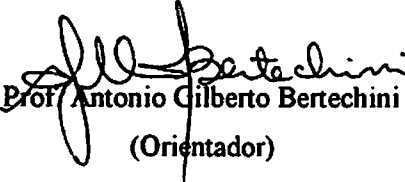
UFLA

Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

UFLA

Prof. Elias Tadeu Fialho

UFLA


Prof. Antonio Gilberto Bertechini
(Orientador)

Lavras

MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus pela minha existência,

Ao meu filho Bruno pelo significado de vida,

À minha companheira Cintia pela sua presença,

OFEREÇO

Aos meus pais, Seigui e Mina, pelo amor, apoio e confiança,

Aos meus irmãos, Marcelo e Luciana, pelo incentivo e amizade,

À minha avó, minha querida Batian, pela compreensão,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa Comércio e Indústria Uniquímica Ltda pelo apoio.

Ao Prof. Antonio Gilberto Bertechini pela orientação, apoio e ensinamentos durante o curso e realização deste trabalho.

Aos professores Antônio Soares Teixeira, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, Elias Tadeu Fialho e Cústodio Donizeti dos Santos, pela cooperação.

Aos funcionários, Carlos, Pedro, Mariana, Keila, Luís Carlos, Geraldo, José Onofre, José Geraldo, Gilberto, Paulo, Wilson F. de Carvalho Jr, Suelba F. de Souza, José G. Virgílio e, em especial, a Márcio dos S. Nogueira, pela grande amizade e apoio durante as análises.

Aos alunos de graduação, Adriano K. Nagata, Arthur de F. Sodré, Alexmiliano V. Oliveira, Carlos H. de F. Vasconcellos, Jerônimo Á. G. de Brito, Vanessa K. Silva, Estevão M. Tosetto, Kamilla R. Soares, que auxiliaram na condução e análise do experimento, pelo apoio e amizade.

Aos amigos, Marli Arena Dionízio e, em especial, a Édison José Fassani pela grande amizade, orientação e contribuição na realização deste trabalho.

Aos colegas de pós-graduação, Jodnes, Luiz Eduardo, Henrique, Adriano Geraldo, Marcelo, Luiz Cláudio, Renato e Leonardo, pelo agradável convívio.

Aos eternos amigos, Pedro, Arthur, Eduardo, Vanderlei, Alex, Marcelo, Itamar, Elber, Cicero, Marcos, Abeilard, Graciela, Luciene e Aretuza.

À todos familiares e amigos que muito nos apoiaram nesta caminhada.

BIOGRAFIA

Reinaldo Kanji Kato, filho de Seigui Kato e Mina Vatanabe Kato, nasceu em 14 de fevereiro de 1975, na cidade de Lins (SP).

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras – UFLA, em novembro de 1998.

Em maio de 1999, ingressou no curso de mestrado em Zootecnia, na área de concentração Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Lavras – UFLA. Defendeu a dissertação em 7 de março de 2001.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1. Características do cobalto.....	2
2.2. Distribuição do cobalto.....	2
2.3. Exigência de cobalto.....	4
2.4. Absorção de cobalto.....	6
2.5. Excreção de cobalto.....	7
2.6. Funções do cobalto.....	8
2.7. Deficiência de cobalto.....	9
2.8. Nível tóxico de cobalto.....	10
2.9. Considerações.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Local e período de realização.....	12
3.2. Instalações e equipamentos.....	12
3.3. Aves e manejo.....	12
3.4. Tratamento e rações experimentais.....	13
3.5. Delineamento experimental e análise estatística.....	16
3.6. Medidas de resultados.....	19
3.6.1. Desempenho.....	19
3.6.2. Qualidade do ovo.....	20
3.6.3. Concentração de cobalto no fígado e gema.....	22
3.6.4. Determinações sanguíneas.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Desempenho.....	23

4.1.1. Produção de ovos.....	24
4.1.2. Perda de ovos.....	25
4.1.3. Peso de ovos.....	26
4.1.4. Massa de ovos.....	28
4.1.5. Consumo de ração.....	29
4.1.6. Conversão alimentar.....	31
4.2. Qualidade de ovos.....	32
4.2.1. Peso específico.....	32
4.2.1. Peso específico.....	32
4.2.2. Porcentagem de casca.....	34
4.2.3. Espessura de casca.....	35
4.2.4. Peso da casca por unidade de superfície de área.....	37
4.2.5. Unidade Haugh.....	39
4.3. Concentração de cobalto no fígado e gema.....	39
4.4. Características sanguíneas.....	41
5. CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS.....	48

RESUMO

KATO, Reinaldo Kanji. Cobalto e vitamina B₁₂ em rações para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção. LAVRAS: UFLA, 2001. 51p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia)*

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a suplementação de cobalto e vitamina B₁₂ em rações para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção. Ao total foram utilizadas 480 poedeiras brancas Lohmann-LSL pós-muda no início de postura. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida com fatorial na parcela, constituído pela combinação de 5 níveis suplementares de cobalto (0,00; 0,30; 0,60; 0,90 e 1,20 ppm) e na ausência (0,00) e presença de suplementação de vitamina B₁₂ (10,00 µg/kg), e as subparcelas representadas por 4 períodos de avaliação (21, 42, 63 e 84 dias), com 4 repetições e 12 aves por parcela. As fontes suplementares foram o sulfato de cobalto - 20% (CoSO₄.7H₂O) e cianocobalamina - 0,1%. O cobalto e a vitamina B₁₂ foram adicionados à ração por meio de premixes. As 10 rações (tratamentos) foram à base de milho e farelo de soja, e os suplementos mineral e vitamínico estavam desprovidos de cobalto e vitamina B₁₂, respectivamente. As rações e água foram fornecidas à vontade e as coletas de ovos foram realizadas duas vezes ao dia (10:00 e 16:30). Avaliou-se o desempenho e a qualidade de ovo, e ao final do experimento foram abatidas duas aves por tratamento para análises de concentração de cobalto no fígado e na gema e características sangüíneas. Observou-se que a suplementação de cobalto não influenciou as características de desempenho e qualidade de ovo (P>0,05), no entanto, verificaram-se diferenças significativas (P<0,05) na perda de ovos. A presença de vitamina B₁₂ reduziu o peso dos ovos (P<0,01), enquanto, para as características peso específico, porcentagem de casca, espessura e PCSA, na presença de vitamina B₁₂, as concentrações foram menores (P<0,01), fato este explicado pelo maior tamanho dos ovos. A concentração de cobalto no fígado, na gema e as características sangüíneas não foram influenciadas pela suplementação de cobalto e de vitamina B₁₂. Baseado nos resultados, conclui-se que não há necessidade de suplementação de cobalto para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção, consumindo ração à base de milho e farelo de soja, entretanto, a suplementação de vitamina B₁₂ é considerada muito importante.

* Comitê Orientador: Antonio Gilberto Bertechini - UFLA (Orientador), Antônio Soares Teixeira - UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA.

ABSTRACT

KATO, Reinaldo Kanji. Cobalt and vitamin B₁₂ in ration for commercial layers hens on second cycle of production. LAVRAS: UFLA, 2001. 51p. (Dissertation – Master in Animal Science)*

The experiment was conducted in order to study the cobalt and vitamin B₁₂ supplementation in diets for commercial layers hens of the second production. A total of 480 old light commercial laying hens Lohmann LSL, were used at the initial phase of the posture post forced molted period. A randomized experimental design was used with subdivided periods, where the plot was treatments constituted by combination of five cobalt levels (0,00; 0,30; 0,60; 0,90 and 1,20 ppm) and without addition (0,00) or addition (10µg/kg) of vitamin B₁₂, where the subplot was the four periods (21, 42, 63 and 84 days), with 4 replications and 12 hens per plot (experimental unit). The cobalt and vitamin B₁₂ were supplemented as cobalt sulfate – 20 % (CoSO₄.7H₂O) and cobalamin – 0,1 %. The cobalt and vitamin B₁₂ were supplemented to the rations over mixed way. The ten diets were formulated based in corn and soybean meal, and the minerals and vitamins mixes were formulated with or without cobalt and vitamin B₁₂. The diets and water were provided *ad libitum* and eggs were collected 2 times per day (10:00 a.m. and 4:30 p.m.). The reproductive performance and egg quality parameters were evaluated. At the end of experimental period two layers from each treatment were slaughtered and the liver as well as blood samples were taken for tissue and blood analysis. The results shown that reproductive performance and egg quality were not significant (P>0,05) for cobalt supplementation, therefore the data from egg damage were significant (P<0,05). The supplementation of vitamin B₁₂ resulted in a decrease in egg weight, therefore the egg quality was lower, due to egg size. The cobalt concentration on liver and yolk, and blood analysis (haematocrit, hemoglobin, haemacis, and leukocyte) were not influenced by cobalt and vitamin B₁₂ supplementation on the diet. Based on these results it was concluded that the commercial layer hens on the second cycle of production, the cobalt supplementation in the diets should not be necessary, therefore the supplementation of vitamin B₁₂ was considered to be very important.

* Guidance Committee: Antônio Gilberto Bertechini - UFLA (Major Professor), Antônio Soares Teixeira - UFLA, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A evolução genética, aliada aos avanços de manejo e nutrição, tem proporcionado grandes melhorias na produção comercial de aves. Apesar destes avanços, alguns aspectos da nutrição ainda não estão equacionados, necessitando de novos estudos. Neste contexto, encontra-se o microelemento cobalto, que não tem sido considerado como essencial para aves, embora sua participação na molécula da vitamina B₁₂ seja da ordem de 4% de sua composição.

A literatura inerente à suplementação de cobalto para aves, em particular para poedeiras, é escassa. Para alguns autores a suplementação, de cobalto para poedeiras é desnecessária, sendo este unicamente suplementado na forma de vitamina B₁₂ (NRC, 1994). Rostagno et al. (2000) comentam que pode ser empregada a quantidade de 0,2 ppm de cobalto em rações para poedeiras. Porém, não se encontra nenhum trabalho científico que demonstre a não necessidade deste microelemento para poedeiras.

Observa-se também que não existe consenso sobre a suplementação de cobalto nas dietas para aves. Na prática, as indústrias produtoras de suplemento mineral têm adicionado, em média, 0,29 g de cobalto por tonelada de ração, para poedeiras comerciais, sem saber qual a sua real necessidade. Considerando que o preço de mercado do microelemento cobalto está em torno de US\$ 37,00 por kg, este pode representar um maior custo ou economia para indústrias e, conseqüentemente, para o avicultor. Há também a constante e crescente preocupação com a questão ambiental: onde o cobalto pode se transformar num elemento poluidor quando usado sem necessidade ou de forma inadequada.

Com o fundamento de fornecer suporte técnico a esta indagação, o presente trabalho teve por objetivo estudar a necessidade de suplementação de cobalto e vitamina B₁₂ em rações para poedeiras comerciais de segundo ciclo de produção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características do cobalto

O cobalto (Co) é um metal do grupo VIII da tabela periódica, com propriedades semelhantes ao cobre; possui número atômico (Z) igual a 27 e peso atômico igual a 58,9332 (Georgievskii, Annenkov e Samokhin, 1982).

O cobalto é o principal constituinte da molécula de vitamina B₁₂, cianocobalamina, constituindo em 4% da sua composição (Andrighetto et al., 1982).

A cianocobalamina é a forma usual na qual a vitamina B₁₂ é isolada. Na presença de ânion cianidro e luz, a 5'-desoxiadenosina é substituída por cianidro e o cobalto é oxidado para forma trivalente. Várias outras formas biológicas ativas são conhecidas, apresentando outros ânions, tais como hidróxi, sulfato, cloro, bromo e nitro. No estado de um grupo ciano, estes ânions fixam o átomo de cobalto na vitamina (Scott, Neshein e Young, 1982).

A vitamina B₁₂, cianocobalamina, é a única, entre as vitaminas, que é sintetizada na natureza somente por microrganismos, sendo a última vitamina a ser descoberta (final da década de 1940) e a mais potente das vitaminas na base de peso (NRC, 1987).

2.2 Distribuição do cobalto

O cobalto está presente na crosta terrestre na concentração de 0,001 a 0,002% (McDowell, 1992), sendo que, nos animais, é proveniente dos alimentos e/ou dos aditivos presente nas rações, parte como vitamina B₁₂, parte como

complexo proteína-cobalto e sal inorgânico (Georgievskii, Annenkov e Samokhin, 1982).

Nas plantas, a concentração depende da espécie (leguminosas possuem mais que cereais), do estágio vegetativo, do tipo e da fertilidade do solo (Georgievskii, Annenkov e Samokhin, 1982).

No organismo animal, o cobalto está presente em quantidades traços, principalmente no fígado, nos rins, no pâncreas, no baço e no tímus. Nos tecidos muscular e nervoso, no leite (3-5 mg/kg) e nos ovos (1,5-5 µg/kg), a concentração de cobalto é baixa (Maynard e Loosli, 1966).

Segundo Georgievskii, Annenkov e Samokhin (1982), a concentração de radioisótopo de cobalto (Co^{60}) nos órgãos e tecidos animais pode ser descrita na seqüência decrescente: fígado (3-100µg/kg na matéria natural), rins (20-30µg/kg), glândulas supra-renais, baço (20-40µg/kg), cartilagem, ossos (20-30µg/kg), intestino grosso, intestino delgado, pulmões, estômago, plasma e bile.

No fígado de frangos, a concentração do cobalto está relacionada com a idade e com a concentração de cobalto na dieta (Konopatov, Lipin e Federov, 1991). Segundo Hafez e Dyer (1972), a concentração de cobalto na matéria natural do fígado está entre 0,15 e 0,20 ppm.

A concentração de cobalto no sangue de um animal, expressa em µg, é muito baixa, correspondendo a 3-8 % do volume total de sangue, enquanto, no plasma, é de 0,5-0,7 %. No plasma sangüíneo, o cobalto parece formar componentes lábeis com α e β globulinas no soro, enquanto, em pequena proporção está presente como íons. A concentração de cobalto no sangue também está em função da concentração de cobalto na dieta (Georgievskii, Annenkov e Samokhin, 1982).

Southern e Baker (1980), estudando o efeito da metionina e cistina sobre a toxicidade do cobalto para pintos, encontraram efeito significativo ($P < 0,01$) na concentração de cobalto no fígado, observando, em média, 0,41 ppm de cobalto

na matéria seca para 0 ppm de cobalto suplementado na dieta e, em média, 25,16 ppm de cobalto na matéria seca para 250 ppm de cobalto na dieta.

Quanto à vitamina B₁₂, está presente principalmente nos alimentos de origem animal, tais como carne, leite, ovos, peixe, etc. Está presente devido a ingestão de produtos de origem animal ou pela síntese microbiana no intestino grosso. Nas plantas e cereais, é praticamente ausente (Scott, Neshein e Young, 1982).

2.3 Exigência de cobalto

A exigência nutricional e o mecanismo dos metais nos processos enzimáticos têm estabelecido claramente a essencialidade dos microelementos Zn, Mn, I, Fe, Cu e Co, considerando os minerais traços essenciais para aves (Schaible, 1970).

A descoberta de microrganismos no ceco das aves pode ter significado nutricional, pois estes são análogos aos encontrados no rúmen dos ruminantes, sugerindo a investigação do metabolismo do cobalto nas aves (Lee e Woltrink, 1955).

Segundo McDonald, Edwards e Greenhalgh (1975), aves sintetizam vitamina B₁₂ no ceco a partir do cobalto, porém não atendem à exigência de vitamina B₁₂, havendo necessidade de suplementação

Para suínos e aves consumindo alimentos exclusivamente vegetais, a síntese de vitamina B₁₂ a partir do cobalto não é adequada, necessitando de suplementação. Porém, com o ato da coprofagia, a necessidade de vitamina B₁₂ pode ser atendida (Underwood, 1977). Isto ocorre para os animais criados em cama ou piso, o que não ocorre com as poedeiras criadas em gaiola.

Segundo Tôrres (1969), a adição de cobalto é dispensável, mas algumas fábricas de suplementos minerais costumam adicionar um mínimo de 2 ppm de cloreto ou de sulfato de cobalto (24 % de Co), enquanto outras apresentam 0,4 ppm de cobalto elementar, correspondente a um décimo do teor de cobre. No caso de aves jovens, o cobalto deveria ser fornecido exclusivamente na forma de cianobalamina ou vitamina B₁₂, que é a única forma utilizável por estas aves. No entanto, observou-se que o fornecimento de cobalto estimulou o crescimento de pintos alimentados com rações desprovidas de vitamina B₁₂.

Este fato, também observado em ensaios com pintos, tem indicado que a necessidade de cobalto é independente da vitamina B₁₂, recomendando um nível dietético de 4,7 ppm (Turk e Kratzer, 1960).

Em rações para poedeiras, o cobalto pode ser incluso em 0,2 g de cobalto/kg de suplemento mineral, ou seja, 1 g de sulfato de cobalto (CoSO₄.7H₂O = 20,1 % Co) por kg de suplemento. Considerando a utilização de 1kg de suplemento por tonelada de ração, a concentração seria de 0,2 mg de cobalto/kg de ração (Rostagno et al., 2000). Este mesmo valor (0,2 ppm) também é recomendado por INRA (1989).

O NRC(1994) não sugere nenhum valor de suplementação de cobalto, somente afirma a sua suplementação na forma de vitamina B₁₂.

Pontes e Llobet (1995) sugerem que a adição de 2-3 mg de cobalto/kg de ração melhora o desempenho das aves.

A suplementação de 0,3 ppm de cobalto para poedeiras e 0,4 ppm para frangos de corte é preconizada por Unirhodia (1984).

O AEC (1987) recomenda a suplementação de 0,3 ppm de cobalto para poedeiras, enquanto o INRA (1989) indica 0,2 ppm de cobalto suplementar.

Schaible (1970) sugere que o cobalto na nutrição de galinhas é associado unicamente com a vitamina B₁₂ para normal crescimento e reprodução da ave

adulta, sendo que a adição de cobalto aumenta a eclosão, produção e tamanho dos ovos.

A suplementação de cobalto em rações para poedeiras mostrou ser adequada para suprir as exigências das aves (Khokhlov e Kislyi, 1997).

Em frangos de corte, o uso de suplemento mineral contendo cobalto mostrou ser satisfatório (Shamsaie, Salimi e Shahidi, 1992).

No geral, a exigência de vitamina B₁₂ está entre 9 e 22µg/kg de dieta para todos animais monogástricos, sugerindo-se 10µg/kg (Rostagno et al., 2000; Tôrres, 1969) e 4µg/kg (NRC, 1994).

2.4 Absorção de cobalto

Pontes e Llobet (1995) sugerem que a absorção de cobalto no trato gastrointestinal é relativamente baixa, estimando que este seja utilizado pela microflora bacteriana intestinal com alta eficiência para sintetizar a vitamina B₁₂, talvez superior, inclusive, à microflora ruminal, embora esta síntese não seja suficiente para suprir as exigências.

A assimilação de cobalto por monogástricos é sempre baixa. Em aves está entre 3 a 5 %; em suínos, 5 a 10 %; e em eqüinos, 15 a 20 %, pois o cobalto é necessário em pequenas quantidades (Georgievskii, Annenkov e Samokhin, 1982).

Em dietas comerciais de aves, até 20 % do cobalto presente na dieta são absorvidos (Noy et al., 1994).

Underwood (1977), em vários estudos anteriores com animais domésticos e animais de laboratório recebendo cobalto dietético ou administrado oralmente como sal solúvel, demonstraram que a absorção era baixa.

Segundo Georgievskii, Annenkov e Samokhin (1982), a assimilação aumenta quando a dieta é deficiente ou desprovida de vitamina B₁₂. A absorção de cobalto acontece no intestino delgado e isto também se aplica para ruminantes porque a parede do rúmen não é muito permeável a este elemento. Os sais solúveis são absorvidos na forma de íons, enquanto a vitamina B₁₂ e seus análogos são absorvidos após formarem componentes com as gstromucoproteínas (fator intrínseco de castelo).

Hafez e Dyer (1972) comentam que a absorção de cobalto é favorecida por diversas circunstâncias, como presença de fator intrínseco (provavelmente uma mucoproteína que se descobriu no suco gástrico dos animais sadios), compostos tais como sorbitol, quantidades apropriadas de ferro e piridoxina, deficiência de ácido fólico e baixas temperaturas.

A vitamina B₁₂ é sintetizada pela microflora intestinal em não ruminantes, e por microrganismos do rúmen nos ruminantes. Porém, somente nos ruminantes esta vitamina produzida é absorvida, pois a absorção de vitaminas hidrossolúveis é feita principalmente pelo íleo e é facilitada pela presença do fator intrínseco de liberação no suco gástrico. Falhas na liberação resultam em falhas na absorção de vitamina B₁₂ (NRC, 1987).

2.5 Excreção de cobalto

O cobalto endógeno é eliminado tanto pelo trato gastrointestinal (principalmente pela bile) como via renal. Em ruminantes, utilizando radioisótopo (Co⁶⁰) injetado intravenosamente, observou-se que 65 % eram excretados com a urina e 7-30 % com as fezes. Em monogástricos, a excreção de cobalto pela urina é muito mais intensiva que em ruminantes (Georgievskii, Annenkov e Samokhin, 1982).

Existe relação entre o cobalto absorvido no intestino e o excretado na urina, sendo a maior parte do cobalto excretado na urina. O cobalto excretado nas fezes, em menor quantidade, representa o cobalto absorvido que é novamente excretado via sais biliares (Underwood, 1977).

A aplicação de Co^{60} na moela resultou na excreção de 51% via fezes e de 32% via urina, após 24 horas (Lee e Wolterink, 1955). A presença de cobalto no ceco é devida à sua passagem pela própria parede do ceco. Um grande conteúdo de Co^{60} é encontrado concentrado no conteúdo cecal, na parede do ceco e no intestino delgado e grosso, independente da origem de administração.

Nas aves, a vitamina B_{12} produzida no ceco é totalmente excretada, e só será absorvida se ocorrer coprofagia (NRC, 1987).

2.6 Funções do cobalto

O cobalto afeta diretamente os fotoreceptores, aumentando a resposta luminosa, exercendo controle sobre a retina dos pintos (Gallemore e Steinbergh, 1992).

Segundo Konopatov (1992), o cobalto promove o desenvolvimento da resposta imune específica em pintos, estando, assim, associado com o mecanismo de defesa dos órgãos linfócitos.

Segundo McDowell (1989), o cobalto na forma de vitamina B_{12} promove a síntese de células vermelhas do sangue e mantém a integridade do sistema nervoso.

Segundo Schaible (1970), o cobalto tem mostrado ser o mineral componente da antinocividade da anemia de vitamina B_{12} .

Estudando o efeito do cobalto sobre pintos de corte de 1 a 42 dias alimentados com cloreto de cobalto, ocorreu um aumento do conteúdo de

hemoglobina e uma menor extensão da contagem de células vermelhas do sangue, observando-se, com isso, maior incidência de hipertrofia ventricular direita, falha ventricular direita e desenvolvimento de 18,3 % de ascites (Diaz, Julian e Squires, 1994a).

2.7 Deficiência de cobalto

Segundo McDowell (1992), em animais monogástricos o cobalto é essencial somente como componente da molécula de vitamina B₁₂, sendo que sua deficiência nunca foi claramente demonstrada.

O cobalto é exigido pelos tecidos que produzem hemoglobina e células vermelhas do sangue. A deficiência de cobalto causa anemia nutricional em aves, mesmo na presença de quantidades adequadas de ferro e cobre. A perda de apetite é o principal sintoma, podendo, em casos extremos, a perda de apetite gerar inanição, com conseqüente morte do animal (Schaible, 1970).

Em frangos, os glóbulos vermelhos do sangue não completam sua maturação na ausência de cobalto, o que pode resultar numa forma de anemia do tipo normocítica e normocrômica, observando a perda de apetite e de peso (Tôrres, 1969).

Segundo Schaible (1970), a deficiência de cobre em aves é também influenciada por cobalto, ferro e molibdênio.

Em geral, para todas espécies, a deficiência de cobalto resulta em redução no ganho de peso, consumo e conversão alimentar. Nas aves, a eclodibilidade dos ovos é afetada com morte dos embriões (McDowell, 1992).

A vitamina B₁₂ é retida por longos períodos após sua retirada, sendo necessário de 2 a 5 meses para uma galinha abaixar suas reservas: A queda maior ocorre quando as aves são alimentadas com altos níveis de proteína.

Assim como para o cobalto, a ausência de vitamina B₁₂ causa anemia perniciososa, redução no crescimento corporal, baixa eficiência alimentar, aumento da mortalidade e redução da eclodibilidade de ovos de poedeiras alimentadas com rações desprovidas de vitamina B₁₂. Casos de perosis podem ocorrer quando a deficiência de vitamina B₁₂ é acompanhada pela falta de colina, metionina ou betaina como fonte do grupo metil (Scott, Neshein e Young, 1982).

2.8 Nível tóxico de cobalto

Segundo Schaible (1970), níveis acima de 10 ppm podem ser tóxicos para aves frangos de corte.

Rações suplementadas com alto nível de cobalto aumentaram o conteúdo de hemoglobina sanguínea e causaram hipertensão pulmonar em pintos de corte. O cobalto, na presença de níquel e manganês, estimulou a síntese eritropoiética *in vitro* (Martinez e Diaz, 1996).

Pintos recebendo ração com 250 e 500 mg de cobalto/kg de ração, desenvolveram fibrose pancreática, necrose hepática multifocal e lesões no esqueleto e músculo liso do duodeno (Diaz, Julian e Squires, 1994b).

Em perus com coccidioses, a absorção de cobalto é maior, aumentando seu efeito potencial tóxico (Noy et al., 1994).

O fornecimento de cobalto em doses menores que 4ppm para frangos de corte e poedeiras não apresenta nenhuma manifestação de intoxicação (Unirhodia, 1984).

Segundo Georgievskii, Annenkov e Samokhin (1982), o nível máximo de cobalto para pintos, sem que apresentem sintomas de intoxicação, é de 3-5 mg/kg de peso vivo por dia. Pontes e Llobet (1995) descrevem que doses até 200 mg/kg de ração fazem com que os efeitos tóxicos não sejam reconhecidos.

Níveis acima de 5 ppm causaram redução linear no crescimento, e acima de 50 ppm, resultaram na morte de pintos (Turk e Kratzer, 1960).

Olson e Kienholz (1968) observaram que níveis abaixo de 20 ppm aumentaram o crescimento e reduziram o hematócrito em pintos machos de 4 semanas de idade. Dietas com baixa proteína e 100 ppm de cobalto reduziram o crescimento, e com 300 ppm promoveram a morte.

Southern e Baker (1980) comentam que a suplementação de metionina e cistina para pintos promove a diminuição dos níveis de cobalto no fígado e, em menor intensidade, nos rins, quando estes são alimentados com dietas contendo 250 e 500 ppm de cobalto.

Até 30µg de vitamina B₁₂ por kg de dieta não exerceram efeito tóxico em aves (NRC, 1987).

2.9 Considerações

A literatura indica controvérsias sobre a suplementação de cobalto em dietas para monogástricos, sendo que, para poedeiras comerciais, não se verificaram trabalhos de pesquisa que indiquem o efeito da suplementação, principalmente em termos de qualidade de ovos, observando que a maioria dos valores encontrados para suplementação de cobalto são somente sugestões de recomendações. Verificou-se também que a maioria dos trabalhos foram realizados para verificar a toxicidade deste microelemento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período de realização

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, com duração de 84 dias (01 de junho a 23 de agosto de 2000), composto por 4 períodos de avaliação, de 21 dias cada.

3.2 Instalações e equipamentos

O experimento foi realizado em galpão convencional de postura, com 8 filas de gaiolas de 30 cm x 40 cm x 40 cm cada, para 3 aves, com comedouro tipo calha, feito com ferro galvanizado, com protetor contra desperdício de ração de 2,5 cm de largura, e bebedouros tipo “nipple”, dispostos na parte superior da gaiola, sendo um bebedouro para duas gaiolas.

3.3 Aves e manejo

Foram utilizadas 480 poedeiras brancas no início do segundo ciclo de produção, Lohmann LSL, provenientes de plantel comercial.

As aves foram selecionadas no início da postura de acordo com o peso, apresentando taxa de uniformidade de 88 %, sendo escolhidas as que apresentaram pesos entre 1.620 a 1.820 g.

A fase experimental foi iniciada quando as aves atingiram 62,8% de postura. Foi adotado o regime de iluminação de 17 horas de luz por dia (das 3 a

20 horas). As rações experimentais e água foram fornecidas *ad libitum* e as coletas de ovos foram realizadas duas vezes ao dia, às 10:00 e às 16:30. As médias de temperatura máxima, mínima e média geral registradas por termômetro localizado no centro do galpão, foram de 26,2, 13,3 e 19,7 °C, respectivamente.

3.4 Tratamentos e rações experimentais

Os tratamentos foram constituídos de 10 rações obtidas pela combinação de cinco níveis de cobalto suplementar (0,00; 0,30; 0,60; 0,90 e 1,20 ppm), com ausência (0,00 µg/kg) e presença (10,00 µg/kg) de suplementação de vitamina B₁₂. O cobalto fornecido na forma de sulfato de cobalto heptahidratado (CoSO₄.7H₂O - 20%), e a vitamina B₁₂ na sua forma de vitamina (Vitamina B₁₂ - 0,1%). Na composição dos tratamentos (rações), foi utilizada uma ração basal de milho e farelo de soja sem suplementação de cobalto e vitamina B₁₂.

Os tratamentos estão esquematizados a seguir:

1. Ração basal + 0,00 ppm de cobalto + 0,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;
2. Ração basal + 0,30 ppm de cobalto + 0,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;
3. Ração basal + 0,60 ppm de cobalto + 0,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;
4. Ração basal + 0,90 ppm de cobalto + 0,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;
5. Ração basal + 1,20 ppm de cobalto + 0,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;
6. Ração basal + 0,00 ppm de cobalto + 10,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;
7. Ração basal + 0,30 ppm de cobalto + 10,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;
8. Ração basal + 0,60 ppm de cobalto + 10,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;
9. Ração basal + 0,90 ppm de cobalto + 10,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;
10. Ração basal + 1,20 ppm de cobalto + 10,00 µg/kg suplementação de vit. B₁₂;

TABELA 01. Composição dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.

INGREDIENTE	MS(%)	PB(%)	EM(kcal/kg)	Ca(%)	Pd(%)	Co(ppm)
Milho Moído	88,30 ¹	8,70 ¹	3.416 ²	0,02 ¹	0,08 ¹	0,02 ⁴
Farelo de Soja	89,20 ¹	45,70 ¹	2.283 ²	0,29 ¹	0,19 ¹	0,25 ⁴
Glutenose 60	90,00 ¹	59,80 ¹	3.624 ²	0,04 ¹	0,15 ¹	0,20 ⁴
Farelo de Trigo	87,70 ¹	16,10 ¹	1.526 ²	0,12 ¹	0,26 ¹	0,10 ⁵
Calcário Calcítico				38,10 ¹		
Fosfato Bicalcico				23,60 ¹	18,30 ¹	
Óleo de Soja			8.786 ²			
Sulfato de Cobalto						200 ³

1. Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA.
2. Dados obtidos de Rostagno et al. (1994).
3. Análise realizada pela NUTRIPLANT.
4. Dados obtidos de INRA (1989).
5. Dados obtidos de NRC (1989).

As dietas foram formuladas obedecendo às recomendações do manual da linhagem Lohmann LSL e às recomendações para poedeiras de segundo ciclo.

A composição dos ingredientes utilizados no preparo da ração basal está apresentada na Tabela 01.

Os níveis suplementares de cobalto estudados e a suplementação de vitamina B₁₂ foram fornecidos por adição de premixes, através de um premix de cobalto, com 2400 ppm de cobalto, e outro premix de vitamina B₁₂, com 20 ppm de vitamina B₁₂, conforme descrito na Tabela 02.

Na formulação da ração basal foi desprovida de suplementação de cobalto e de vitamina B₁₂, e o calcário calcítico utilizado foi fornecido na proporção de 2/3 calcário pedrisco (2 a 4 mm de diâmetro) e 1/3 de calcário pó fino, de acordo com Oliveira (1995) (Tabela 04).

TABELA 02. Composição do suplemento de cobalto e de vitamina B₁₂, de acordo com os níveis utilizados nas rações experimentais.

INGREDIENTE (g)	VIT.B ₁₂ (µg/kg)	NÍVEL DE COBALTO (ppm)				
		0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Premix Co 2400ppm ¹		0,0	12,5	25,0	37,5	50,0
Veículo q.s.p.	0	100,0	87,5	75,0	62,5	50,0
Total (g)		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Premix Co 2400ppm ¹		0,0	12,5	25,0	37,5	50,0
Premix Vit.B ₁₂ 20ppm ²	10	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Veículo q.s.p.		50,0	37,5	25,0	12,5	0,0
Total (g)		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1) 12g de CoSO₄.7H₂O (20%); veículo q.s.p. 1.000g.

2) 20g de Vitamina B₁₂ (0,1%); veículo q.s.p. 1.000g.

Na TABELA 03 estão apresentados os suplementos vitamínico e mineral, com o valor de enriquecimento por quilograma de ração.

TABELA 03. Composição do suplementos* vitamínico e mineral.

INGREDIENTE	ENRIQUECIMENTO/KG RAÇÃO
Vitamina A (UI)	8.000
Vitamina D ₃ (UI)	2.000
Vitamina E (UI)	15
Vitamina K ₃ (mg)	2
Vitamina B ₁ (mg)	1
Vitamina B ₂ (mg)	4,08
Vitamina B ₆ (mg)	1
Ácido Pantotênico (mg)	5,5
Ácido Fólico (mg)	2
Nicotinamida (mg)	19
Selênio (mg)	0,25
Antioxidante (mg)	10
Zinco (mg)	50
Cobre (mg)	4
Iodo (mg)	1,5
Ferro (mg)	20
Manganês (mg)	75

* Premix Unimix mineral e vitamínico para aves. UNIQUÍMICA.

TABELA 04. Composição da ração basal desprovida de suplementação de cobalto e vitamina B₁₂.

INGREDIENTE	KG
Milho Moído	611,50
Farelo de Soja	146,01
Glutenose 60	44,46
Farelo de Trigo	80,43
Calcário Calcítico	92,01
Fosfato Bicalcico	14,09
Sal Comum	3,00
Óleo de Soja	5,00
DL-Metionina	0,50
Suplemento Vitaminico	1,00
Suplemento Mineral	1,00
Caulim	1,00
TOTAL	1000,00
COMPOSIÇÃO CALCULADA	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2750
Proteína Bruta (%)	15,94
Metionina (%)	0,312
Metionina + Cistina (%)	0,586
Lisina (%)	0,782
Cálcio (%)	3,904
Fósforo Disponível (%)*	0,361
Cobalto (ppm)	0,065

* Considerou-se 1/3 do fósforo dos vegetais como disponível.

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida com fatorial na parcela (5x2), constituído pela combinação de cinco níveis suplementares de cobalto e a ausência e presença de suplementação de vitamina B₁₂. Nas subparcelas, empregaram-se quatro períodos (21, 42, 63 e 84 dias), com 4 repetições, num total de 40 parcelas, com 12 aves cada.

Para as características de desempenho e qualidade de ovo, foi adotado o modelo estatístico I para avaliar os efeitos da suplementação de cobalto:

$$(I) \quad Y_{ijkl} = \mu + C_i + V_j + (CV)_{ij} + e_{(ij)k} + P_l + (CP)_{il} + (VP)_{jl} + (CVP)_{ijl} + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = Valor observado no desempenho e qualidade dos ovos das aves no período l, quando submetidas ao nível de cobalto i e no nível j de vitamina B₁₂, na repetição k;

μ = Média geral do experimento;

C_i = Efeito do nível do cobalto i, sendo i = 1, 2, 3, 4 e 5;

V_j = Efeito do nível de vitamina B₁₂ j, sendo j = 1 e 2;

$(CV)_{ij}$ = Efeito da interação entre o nível de cobalto i com o nível de vitamina B₁₂ j;

$e_{(ij)k}$ = Erro experimental associado a cada observação da parcela, sendo as repetições k = 1, 2, 3 e 4;

P_l = Efeito do período l, sendo l = 1, 2, 3 e 4;

$(CP)_{il}$ = Efeito da interação entre o nível de cobalto i e o período l;

$(VP)_{jl}$ = Efeito da interação entre o nível de vitamina B₁₂ e o período l;

$(CVP)_{ijl}$ = Efeito da interação entre o nível de cobalto i, o nível de vitamina B₁₂ j e o período l;

e_{ijkl} = Erro experimental associado a cada observação da subparcela.

Por hipótese, os erros experimentais, $e_{(ij)k}$ e e_{ijkl} , são independentes e têm distribuição normal, com médias zero e variância σ_e^2 e σ^2 , respectivamente.

Para as características sanguíneas, concentração de cobalto no fígado e gema, adotou-se o modelo estatístico II:

$$(II) \quad Y_{ijk} = \mu + C_i + V_j + (CV)_{ij} + e_{(ij)k}$$

Onde:

Y_{ijk} = Características sanguíneas, concentração de cobalto no fígado e na gema da poedeira k, recebendo o nível de cobalto i e o nível de vitamina B₁₂ j;

μ = Média geral do experimento;

C_i = Efeito do nível do cobalto i, sendo i = 1, 2, 3, 4 e 5;

V_j = Efeito do nível de vitamina B₁₂ j, sendo j = 1 e 2;

$(CV)_{ij}$ = Efeito da interação entre o nível de cobalto i com o nível de vitamina B₁₂ j;

$e_{(ij)k}$ = Erro experimental associado a cada observação, sendo k = 1, 2, 3 e 4;

Por hipótese, o erro experimental $e_{(ij)k}$ é independente e tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão utilizando o pacote computacional SISVAR, descrito por Ferreira (2000).

3.6 Medidas de resultados

3.6.1 Desempenho

O desempenho foi avaliado pela produção, perdas, peso e massa de ovos, consumo de ração e conversão alimentar.

A produção média de ovos foi obtida através da relação do total de ovos produzidos (inteiros, trincados, quebrados e anormais), anotados diariamente em relação ao número de aves, sendo expressa em porcentagem de ovos/ave/dia. As produções diárias foram empregadas para obter a média da semana. A média das 3 semanas foram computadas para se obter a média por período de 21 dias.

A perda de ovos foi obtida através da relação do total de ovos trincados, quebrados, de casca mole ou sem casca, anotados diariamente durante a semana, em relação ao total produzido durante a semana, sendo expressa em porcentagem de ovos perdidos em relação ao total produzido. As porcentagens das semanas foram computadas para obter a porcentagem média de perdas por período.

O peso médio dos ovos foi obtido no último dia de cada semana, através da pesagem dos ovos íntegros produzidos durante o dia por parcela experimental, expressa em gramas, sendo que o peso médio do período foi obtido pela média das pesagens semanais.

A massa de ovos foi obtida através da multiplicação da porcentagem de postura pelo respectivo peso médio dos ovos, sendo expressa em gramas por ave/dia. Durante o período, foi obtida através da média das semanas do período.

O consumo de ração foi obtido através da pesagem da quantidade de ração fornecida menos a sobras durante a semana, obtendo-se o consumo semanal expresso em gramas por ave por dia. E o consumo durante o período foi obtido através da média dos consumo semanais no respectivo período.

A conversão alimentar foi obtida através da divisão do consumo médio de ração, em gramas, pela massa de ovos, em gramas, expressa em gramas de ração consumida por gramas de ovos produzidos.

3.6.2 Qualidade do ovo

A qualidade externa e interna dos ovos foi avaliada através das medidas de peso específico, porcentagem de casca, espessura de casca, peso da casca por unidade de superfície de área e unidade Haugh.

Ao final de cada período de 21 dias, nos três últimos dias foram coletados 2 ovos por parcela por dia, pesados individualmente e tomadas as medidas para determinar a qualidade interna e externa dos ovos, com exceção do peso específico, para o qual todos os ovos íntegros produzidos nas últimas 24 horas do dia da análise foram avaliados.

O peso específico foi obtido da seguinte forma: todos os ovos íntegros coletados nos três últimos dias foram avaliados em 11 soluções de NaCl, com densidades variando de 1,062 a 1,102 g/cm³, com gradiente de 0,004 entre elas, previamente determinadas com auxílio de um densímetro. Os ovos coletados por parcela no final do dia foram submetidos às soluções. Dos resultados dos 3 dias



de análise, foi retirada uma média da densidade (g/cm^3) dos ovos da parcela por período.

Para obtenção da porcentagem de casca, os ovos utilizados na determinação de unidade Haugh, tiveram suas cascas lavadas com água e secas em estufa de ventilação forçada de $65\text{ }^\circ\text{C}$, por 12 horas, para serem, então, pesadas. Através da relação do peso da casca e do peso do ovo foi calculada a porcentagem de casca.

A espessura de casca foi obtida após as cascas serem secas e pesadas, sendo determinada em três locais da região equatorial do ovo, através de um micrômetro digital MITUTOYO, com precisão de $0,001\text{mm}$ ($0,001 - 25,000\text{ mm}$). As 3 medidas forneceram a média do período em milímetros (mm).

O peso médio da casca dos ovos por unidade de superfície de área (PCSA), expresso em mg/cm^3 , foi calculado pela equação descrita por Abdallah, Harms e El-Husseiny (1993):

$$\text{PCSA} = [\text{PC}/3,9782 \times (\text{PO}^{0,7056})] \times 1000$$

Onde:

PC = Peso da casca (g) e PO = Peso do ovo (g)

Para determinação da qualidade interna (Unidade Haugh), durante os 3 últimos dias de cada período, após a primeira coleta da manhã, os 2 primeiros ovos foram coletados, pesados e quebrados sobre uma mesa com superfície plana, de vidro, para obtenção da altura de albúmen, utilizando-se o aparelho digital TSS-QCM+, com precisão de $0,1\text{ mm}$ ($0,1 - 12\text{ mm}$). Foi utilizada a seguinte fórmula, descrita por Card e Nesheim (1968):

$$\text{UH} = 100 \log (\text{H} = 7,57 - 1,7 \times \text{PO}^{0,37})$$

Onde:

H = Altura de albúmen (mm)

PO = Peso do ovo (g)

Os dados dos 2 ovos tomados por parcela por dia, nos 3 últimos dias de análise, foram transformados em valores médios por período.

3.6.3 Concentração de cobalto no fígado e na gema

Ao final do experimento, uma ave por parcela foi sacrificada após 30 minutos da postura do ovo, tendo seu fígado retirado e seu ovo coletado para extração da gema. Os fígados e gemas foram pesados e armazenados em freezer a -5°C , para posterior realização da análise da concentração de cobalto. Foi empregado o método de absorção atômica, segundo metodologia descrita por Varian (1989). Procedeu-se a leitura através de espectrofotômetro de absorção atômica marca VARIAN-spectrAA-175series, com fenda 0,2, comprimento de onda de 240,7 nm e corrente de 7 mA. Os resultados foram expressos em base de matéria seca desengordurada para fígado e gema.

3.6.4 Determinações sanguíneas

Ao final do experimento, 2 aves por tratamento foram sacrificadas 30 minutos após a postura, e tiveram amostras de seu sangue tomadas. Posteriormente, foram realizadas determinações de hematócrito, hemoglobina, hemácias e leucócitos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho

A suplementação de cobalto na ração para poedeiras comerciais de segundo ciclo não exerceu efeito significativo ($P>0,05$) sobre as características de desempenho: produção de ovos, peso de ovos, massa de ovos, consumo de ração e conversão alimentar. Entretanto, só foi observado efeito significativo ($P<0,05$) da suplementação de cobalto sobre a perda de ovos (Tabela 1 A e 2 A e Tabela 05).

Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre nível de cobalto e a suplementação de vitamina B₁₂ em nenhuma das características de desempenho estudadas, demonstrando que o efeito da suplementação da vitamina B₁₂ e do cobalto foram independentes.

TABELA 05. Desempenho médio das aves durante o período experimental em função da suplementação de cobalto.

CARACTERÍSTICA	NÍVEL DE COBALTO (ppm)						Média	CV(%)
	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20			
Produção de ovos (%/ave/dia)	82,9	85,9	79,4	83,6	83,7	83,1	12,56	
Perda de ovos (%/ave/dia) ¹	4,30ab	3,78b	6,23a	4,23ab	5,31ab	4,77	64,40	
Peso médio dos ovos (g)	69,5	68,8	69,1	68,6	69,8	69,2	3,76	
Massa de ovos (g)	57,6	59,1	54,9	57,4	58,4	57,5	13,61	
Consumo de ração (g)	121,4	122,2	119,6	120,4	121,4	121,0	5,14	
Conversão alimentar (g/g)	2,11	2,07	2,18	2,10	2,08	2,11	11,36	

1. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P<0,05$) pelo teste SNK.

4.1.1 Produção de ovos

A produção de ovos não foi influenciada significativamente ($P>0,05$) pela ausência ou presença de vitamina B₁₂ (Tabela 1 A). Considerando o período estudado, relativamente curto, não foi observado estado de carência devido à falta de vitamina B₁₂ na dieta. No trabalho de Squires e Naber (1992), na ausência de vitamina B₁₂ observou-se queda na produção somente após 12 semanas de postura. Scott, Neshein e Young (1982) comentam que a ave possui reservas hepáticas e, na ausência de vitamina B₁₂, a queda dessas reservas não é afetada até 12 semanas.

A produção de ovos foi influenciada significativamente ($P<0,01$) pelo período experimental (Tabela 1 A e Figura 01), observando, no decorrer do ensaio, um aumento na produção, seguido de decréscimo, sendo que este comportamento representou a curva de postura, uma resposta fisiológica da ave, observada no campo na produção comercial de ovos.

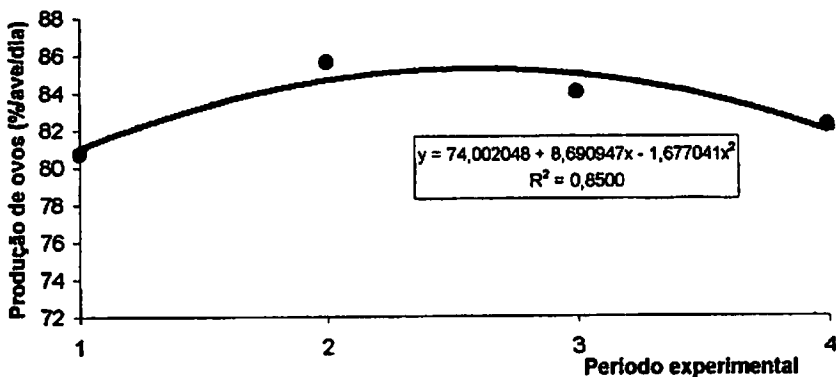


FIGURA 01. Produção de ovos em função do período experimental.

4.1.2 Perda de ovos

A perda de ovos foi influenciada significativamente ($P < 0,05$) pelos níveis suplementares de cobalto (Tabela 05 e Anexo 1 A). No entanto, não se observou, na análise de regressão, nenhuma equação que explique este comportamento.

A perda de ovos não foi influenciada significativamente ($P > 0,05$) pela ausência ou presença de vitamina B_{12} (Tabela 1 A). Possivelmente, o período estudado foi relativamente curto para manifestação da influência da suplementação da vitamina B_{12} .

No decorrer do período experimental (Figura 02), foi observado um aumento linear nas perdas ($P < 0,01$), demonstrando queda na qualidade da casca dos ovos, em função da menor ingestão de cálcio, e redução da eficiência da poedeira. Este efeito está de acordo com as pesquisas com poedeiras comerciais.

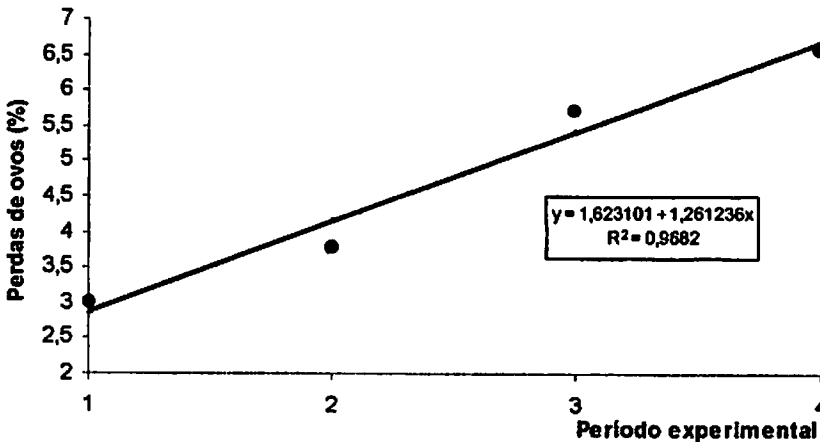


FIGURA 02. Perdas de ovos em função do período experimental.

4.1.3 Peso dos ovos

A presença de vitamina B₁₂ influenciou significativamente (P<0,01) o peso dos ovos, resultando num maior peso dos ovos.

Houve interação significativa (P<0,01) entre os períodos estudados e a ausência e presença de vitamina B₁₂ sobre o peso dos ovos (Tabela 06).

A presença de vitamina B₁₂ promoveu um decréscimo menos acentuado no peso dos ovos no decorrer dos períodos, em relação à ausência de vitamina B₁₂ (Figura 03), demonstrando a importância da suplementação, pois nos períodos 3 e 4 (finais) a suplementação promoveu um maior peso do ovos (P<0,01), assim como observado por Squires e Naber (1992) e Skinner, Quisenberry e Couch (1951). O maior peso dos ovos na presença de vitamina B₁₂ se deve ao fato de a mesma participar na ativação dos grupos metílicos na biossíntese de metionina (Islabão, 1987). E a presença de metionina é o principal responsável pelo maior tamanho dos ovos (Leeson, Summers e Gonzalo, 2000 e Rodrigues, 1995)).

TABELA 06. Peso médio dos ovos (gramas) por período experimental, na ausência ou presença de vitamina B₁₂.

PERÍODO	VITAMINA B ₁₂ (µg/kg) ¹		
	0*	10*	Média
1	70,86	70,98	70,97
2	69,73	70,18	69,95
3	67,51 b	69,43 a	68,47
4	66,45 b	68,59 a	67,52
Média	68,64	69,80	69,22

1. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,01).

*. Efeito linear (P<0,01).

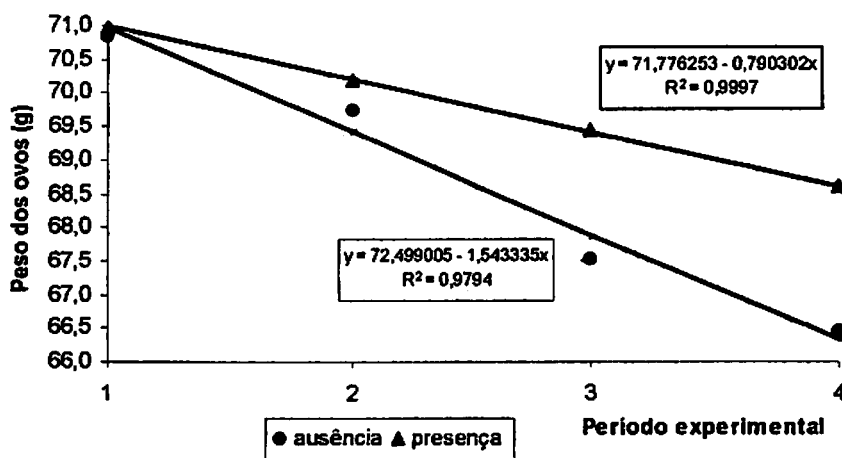


FIGURA 03. Peso dos ovos, na ausência e presença de vitamina B₁₂, em função do período experimental.

Observa-se, no geral, um decréscimo linear significativo ($P < 0,01$) no peso médio dos ovos no decorrer do período experimental (Tabela 1 A).

Provavelmente, a queda no peso dos ovos é devida ao aumento na temperatura observada nos últimos períodos (Tabela 07), sendo o mesmo observado por Fassani (1998) no estudo de suplementação de manganês.

TABELA 07. Temperaturas média, máxima e mínima, por período experimental, registradas no centro do galpão de postura.

PERÍODO	TEMPERATURA (°C)		
	Máxima	Mínima	Média
1 (01/06 – 21/06/00)	25,9	13,8	19,9
2 (22/06 – 12/07/00)	26,2	13,2	19,7
3 (13/07 – 02/08/00)	24,9	12,3	18,6
4 (03/08 – 23/08/00)	27,8	13,7	20,8
Média	26,2	13,3	19,7

4.1.4 Massa de ovos

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre o período experimental e a ausência e presença de vitamina B_{12} sobre a massa de ovos (Tabela 2 A, Tabela 08), sendo observada uma maior massa na presença de vitamina B_{12} no último período. Provavelmente, as reservas de vitamina B_{12} começaram a exercer alguma influência no final, próximo às 12 semanas, quando as reservas começam a ser afetadas.

Como a massa de ovos é proveniente do produto da porcentagem de postura pelo peso médio do ovos, segue o comportamento apresentado por ambas as características estudadas, o comportamento quadrático da produção de ovos e a queda linear do peso dos ovos. Logo, observou-se, ao longo dos períodos, uma queda menos acentuada da massa de ovos na presença de vitamina B_{12} , em função da sua necessidade no período final (Figura 04).

TABELA 08. Massa média dos ovos (gramas), na ausência e presença de vitamina B_{12} , em função do período experimental.

PERÍODO	VITAMINA B_{12} ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ¹		Média
	0*	10*	
1	57,47	56,95	57,21
2	60,25	59,57	59,91
3	57,08	57,94	57,51
4	54,11 b	56,94 a	55,52
Média	57,23	57,85	57,54

1. Médias seguidas de letras diferentes na linha, diferem estatisticamente pelo Teste F ($P < 0,01$).

*. Efeito quadrático ($P < 0,01$).

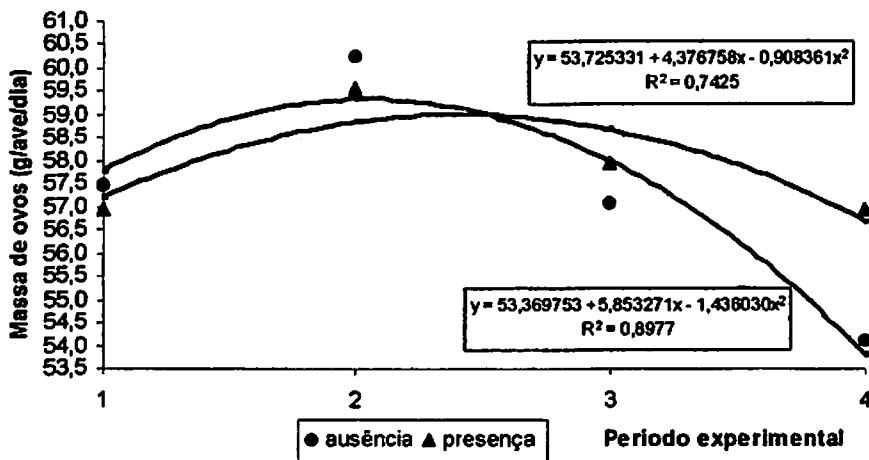


FIGURA 04. Massa de ovos, na ausência e presença de vitamina B₁₂, em função do período experimental.

4.1.5 Consumo de ração

Observou-se um decréscimo no consumo de ração durante o período experimental, provavelmente devido à maior exigência no início em função do aumento da postura e devido ao aumento observado da temperatura (Tabela 07).

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre o período experimental e a ausência e presença de vitamina B₁₂ sobre o consumo de ração (Tabela 2 A e Tabela 09), observando-se um maior consumo na ausência de vitamina B₁₂ nos 2 primeiros períodos estudados. Este fato não é relatado na literatura. Provavelmente, as aves submetidas à muda forçada, sob restrição alimentar, demonstraram inicialmente uma maior avidéz pela ração na ausência da vitamina, talvez devido a uma leve redução das reservas hepáticas.

TABELA 09. Consumo médio de ração (g/ave/dia) por período experimental e ausência e presença de vitamina B₁₂.

PERÍODO	VITAMINA B ₁₂ (µg/kg) ¹		
	0*	10*	Média
1	127,32 a	124,99 b	126,15
2	124,44 a	122,41 b	123,42
3	118,61	119,66	119,13
4	115,03	116,09	115,56
Média	121,35	120,79	121,07

1. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,05).

*. Efeito linear (P<0,01).

Na ausência de vitamina B₁₂, o consumo de ração apresentou velocidade de queda 1,45 vezes superior à presença, e redução de 4,26g na ausência de vitamina B₁₂, contra uma redução de 2,94g na sua presença. Provavelmente, as aves que não receberam suplementação demonstraram maior sensibilidade ao aumento de temperatura observado no períodos finais (Figura 05).

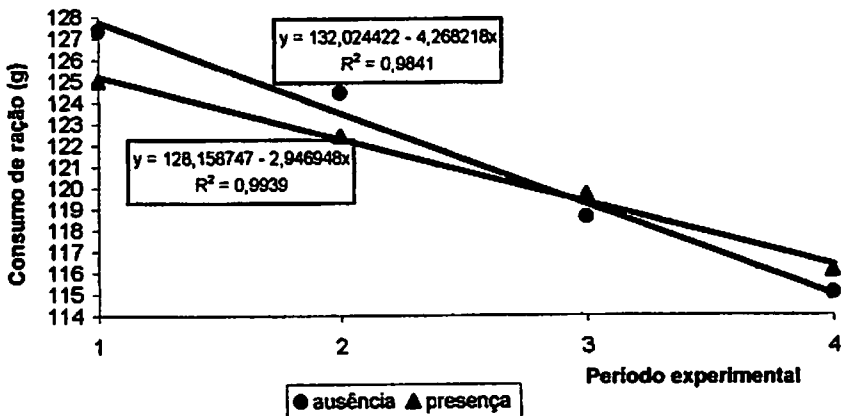


FIGURA 05. Consumo de ração, na ausência e presença de vitamina B₁₂, em função do período experimental.

4.1.6 Conversão alimentar

A suplementação de cobalto, como já discutido anteriormente, não exerceu influência sobre a conversão alimentar.

Também para suplementação de vitamina B₁₂ não se observou efeito significativo sobre a conversão alimentar.

A conversão alimentar foi influenciada significativamente (P<0,01) somente pelo período experimental (Tabela 2 A e Figura 06).

Como se esperava, a conversão alimentar melhorou (diminui) até o pico de produção, e depois voltou a piorar (aumentar). Este comportamento é explicado pela curva de postura e consumo, estando de acordo com o observado na prática de produção comercial de ovos.

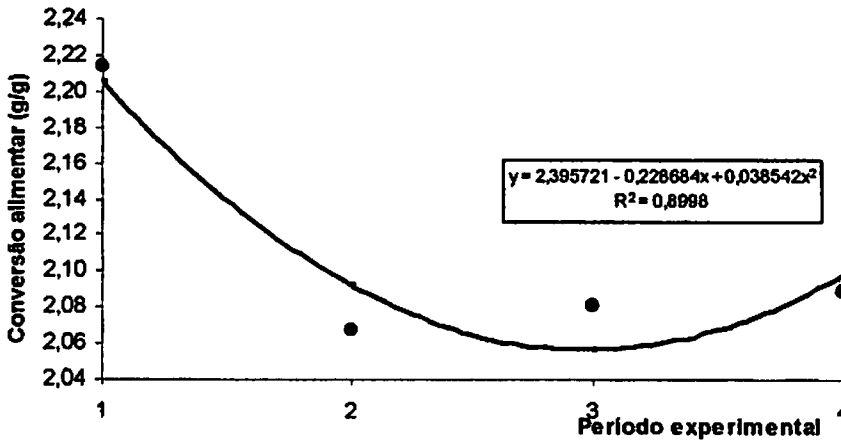


FIGURA 06. Conversão alimentar (gramas de ração por gramas de ovos) em função do período experimental.

4.2 Qualidade de ovos

A suplementação de cobalto não influenciou significativamente ($P>0,05$) todas as características de qualidade de ovos avaliadas (Tabela 3 A e 4 A e Tabela 10), demonstrando que não há necessidade de suplementação de cobalto visando melhorar as características de qualidade interna e externa dos ovos.

Não houve interação entre a suplementação de cobalto e a suplementação de vitamina B₁₂ para as características de qualidade de ovos.

TABELA 10. Qualidade externa e interna dos ovos durante o período experimental em função da suplementação de cobalto.

CARACTERÍSTICA	NÍVEL DE COBALTO (ppm) ¹						Média	CV(%)
	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20			
Peso específico (g/cm ³)	1,0783	1,0777	1,0772	1,0781	1,0772	1,0777	0,17	
Porcent. de casca (%)	8,83	8,82	8,73	8,76	8,68	8,76	4,46	
Espess. de casca (mm)	365,0	364,4	361,9	362,9	359,7	362,8	4,78	
PCSA (mg/cm ³)	77,1	76,9	76,1	76,4	75,8	76,4	4,40	
Unidade Haugh	92,1	92,5	92,0	92,2	91,6	92,1	4,28	

1. Não se observou diferença significativa ($P>0,05$) pela análise de regressão.

4.2.1 Peso específico

O peso específico dos ovos foi influenciado significativamente ($P<0,01$) pela suplementação de vitamina B₁₂. Na ausência de vitamina, o peso específico foi superior à sua presença. Observou-se diferença estatística ($P<0,01$) nos períodos 2, 3 e 4 (Tabela 11). A presença de vitamina B₁₂ aumentou o tamanho do ovo e piorou o peso específico.

TABELA 11. Peso específico, na ausência e presença de vitamina B₁₂, em função do período experimental.

PERÍODO	VITAMINA B ₁₂ (µg/kg) ¹		
	0*	10*	Média
1	1,0819	1,0819	1,0819
2	1,0778 a	1,0758 b	1,0768
3	1,0779 a	1,0757 b	1,0768
4	1,0769 a	1,0736 b	1,0753
Média	1,0786	1,0767	1,0777

1. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,01).

*. Efeito linear (P<0,01).

Ao longo dos períodos estudados, o peso específico dos ovos na ausência de vitamina B₁₂ apresentou decréscimo linear (P<0,01) menos acentuado do que na sua presença (Figura 07). Na ausência de vitamina B₁₂, os ovos foram menores e não sofreram diminuição do peso, sendo que o peso específico é inversamente proporcional ao tamanho do ovo.

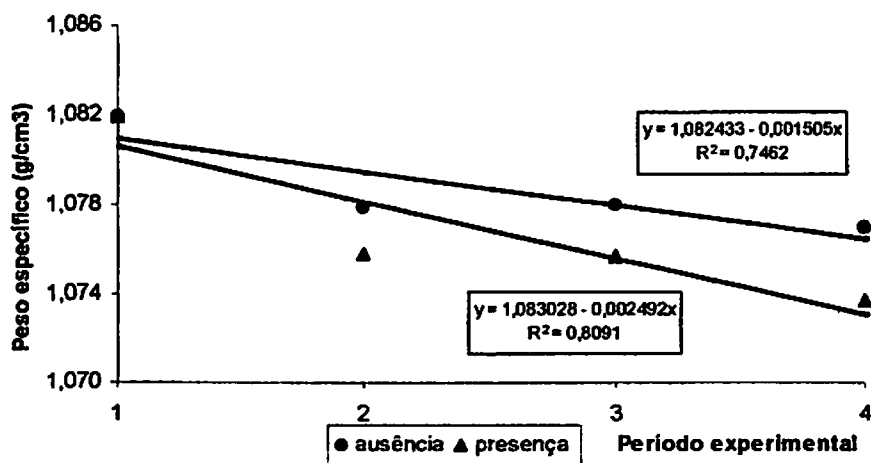


FIGURA 07. Peso específico, na ausência e presença de vitamina B₁₂, em função do período experimental.

4.2.2 Porcentagem de casca

Na presença de suplementação de vitamina B₁₂, observa-se diferença significativa (P<0,01) na porcentagem de casca, ou seja, na presença de vitamina B₁₂ os ovos foram mais pesados, conseqüentemente com menor porcentagem de casca.

Houve interação significativa (P<0,01) entre o período experimental e a ausência e presença de vitamina B₁₂ sobre a porcentagem de casca (Tabela 3 A). Assim como observado para característica de peso específico, observou-se uma maior porcentagem de casca na ausência de vitamina B₁₂ nos períodos finais (2, 3 e 4).

No entanto, somente na presença de vitamina B₁₂ observou-se diferença nos períodos estudados (Tabela 12).

TABELA 12. Porcentagem de casca, na ausência e presença de vitamina B₁₂, em função do período experimental.

PERÍODO	VITAMINA B ₁₂ (µg/kg) ¹		Média
	0	10*	
1	8,83	8,90	8,87
2	8,82 a	8,64 b	8,73
3	8,98 a	8,69 b	8,84
4	8,86 a	8,38 b	8,62
Média	8,88	8,65	8,76

1. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,01).

*. Efeito linear (P<0,01).

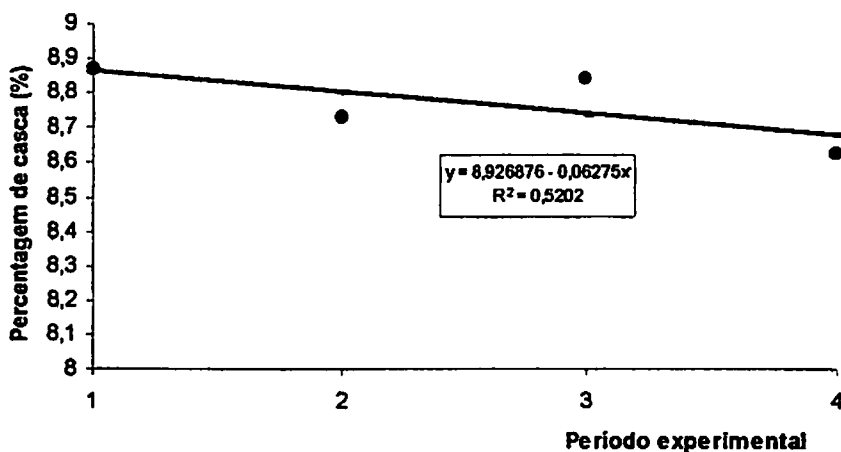


FIGURA 08. Porcentagem da casca de ovos, na presença de vitamina B₁₂ em função do período experimental.

Na ausência de vitamina B₁₂, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os períodos estudados. No entanto, na sua presença observou-se decréscimo na porcentagem de casca com decorrer do período experimental (Figura 08). Este fato demonstra que ocorre a manutenção da porcentagem da casca mesmo na ausência de suplementação de vitamina, devido à redução do tamanho dos ovos, o que, provavelmente, garante a não redução da espessura da casca. Quando na presença de vitamina, não há manutenção da espessura da casca, provavelmente porque os ovos são maiores.

4.2.3 Espessura de casca

Na ausência de suplementação de vitamina B₁₂, a espessura de casca foi superior ($P < 0,01$) à sua presença. Este fato, como já era esperado, é inversamente proporcional ao peso dos ovos (Squires e Naber, 1992).

TABELA 13. Espessura de casca por período experimental e ausência e presença de vitamina B₁₂.

PERÍODO	VITAMINA B ₁₂ (µg/kg) ¹		Média
	0*	10*	
1	0,378	0,378	0,378
2	0,362 a	0,354 b	0,358
3	0,368 a	0,357 b	0,363
4	0,359 a	0,342 b	0,350
Média	0,367	0,358	0,362

1. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,01).

*. Efeito linear (P<0,01).

Observou-se interação entre o período e a suplementação de vitamina B₁₂, observando diferença significativa (P<0,01) na espessura de casca dos ovos nos períodos finais (2, 3 e 4) (Tabela 13), com explicação semelhante à da porcentagem de casca.

Houve interação significativa (P<0,01) entre os períodos estudados e a ausência e presença de suplementação de vitamina B₁₂ sobre a espessura de casca (Tabela 3 A e Figura 09). Nos períodos finais (2, 3, 4), a suplementação de vitamina B₁₂ apresentou efeito significativo (P<0,01), observando-se menores espessura na presença. Assim, provavelmente, com o decorrer do período experimental estudado, ocorreu uma leve redução de suas reservas corporais, principalmente hepáticas, e sendo um efeito inverso ao tamanho dos ovos já discutido anteriormente.

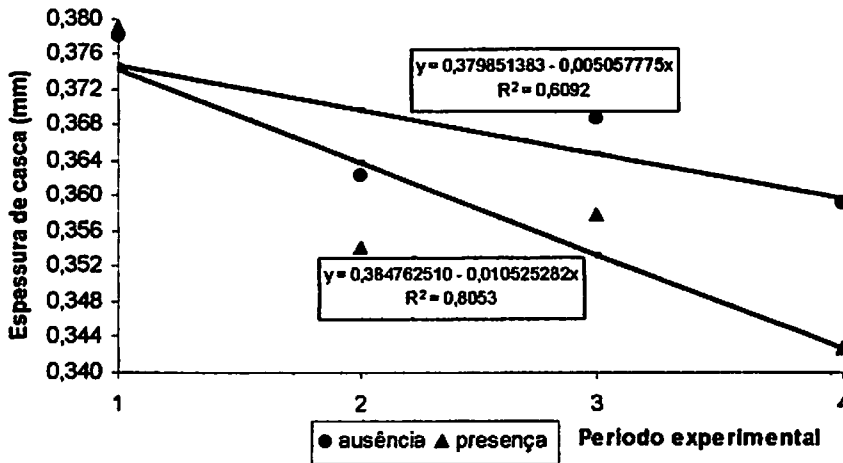


FIGURA 09. Espessura de casca, na ausência e presença de vitamina B₁₂, em função do período experimental.

4.2.4 Peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA)

Na ausência de vitamina B₁₂, o peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA) dos ovos foi superior ($P < 0,01$) ao obtido com a presença de vitamina B₁₂, fato este já explicado anteriormente, e observado para as características de porcentagem de casca, peso da casca e espessura da casca dos ovos.

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre os períodos estudados e a ausência e presença de suplementação de vitamina B₁₂ sobre o PCSA (Tabela 4 A e Tabela 13), sendo observada, nos períodos finais (3 e 4), a interação significativa já esperada, como mencionado anteriormente.

TABELA 13. Peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA), na ausência e presença de vitamina B₁₂, em função do período experimental.

PERÍODO	VITAMINA B ₁₂ (µg/kg) ¹		Média
	0	10*	
1	77,92	78,31	78,12
2	77,04	75,68	76,36
3	77,95 a	76,12 b	77,04
4	76,14 a	73,00 b	74,57
Média	77,27	75,78	76,52

1. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,05).

*. Efeito linear (P<0,01).

O PCSA está relacionado com a porcentagem de casca. Logo apresentou comportamento semelhante à suplementação de vitamina B₁₂. Só houve decréscimo no decorrer do período na presença de vitamina (Figura 10).

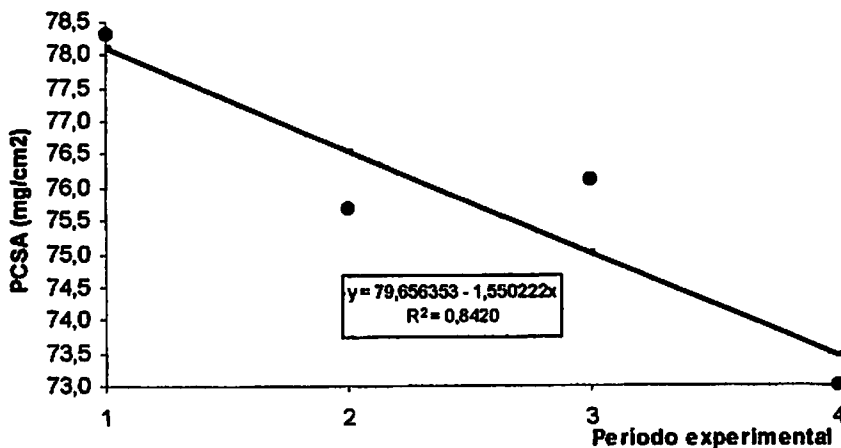


FIGURA 10. Peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA), na presença de vitamina B₁₂, em função do período experimental.

4.2.5 Unidade Haugh

Não houve influência significativa ($P>0,05$) dos tratamentos sobre a unidade Haugh. Isto mostra que o período estudado, pode ter sido relativamente curto, por isso a característica de qualidade interna dos ovos não foi afetada.

Observa-se um decréscimo linear na unidade Haugh dos ovos no decorrer do período experimental (Tabela 4 A e Figura 11), confirmando que a qualidade interna piora com o avançar da idade das aves, devido à pior qualidade de casca dos ovos, em função da redução da eficiência da poedeira.

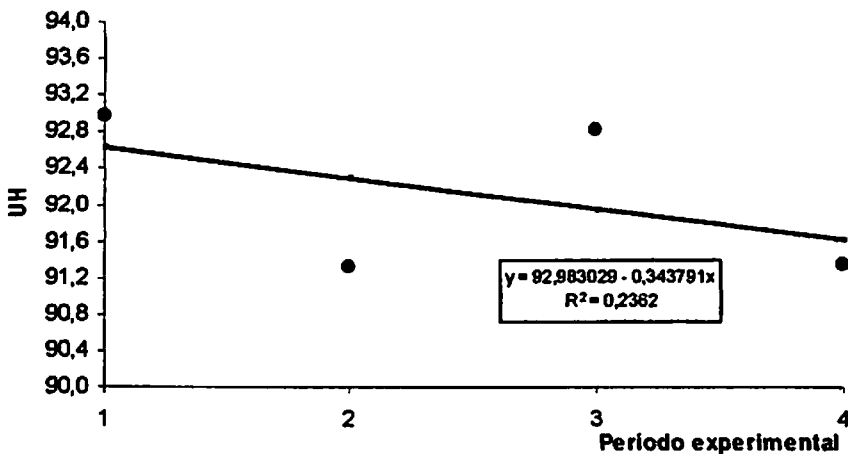


FIGURA 11. Unidade Haugh (UH) em função do período experimental.

4.3 Concentração de cobalto no fígado e na gema

Os tratamentos estudados não influenciaram significativamente ($P>0,05$) a concentração de cobalto na base de matéria seca, tanto do fígado como da gema ao final do experimento (Tabela 5A e Tabela 14 e 15).

TABELA 14. Cobalto no fígado e gema, na base de matéria seca (MS), em função da suplementação de cobalto.

NÍVEL DE COBALTO (ppm)	COBALTO NA MS (ppm)	
	Fígado ¹	Gema ¹
0,00	0,1875	0,0877
0,30	0,1825	0,0942
0,60	0,1750	0,1007
0,90	0,1875	0,0877
1,20	0,1950	0,0942

1. Não se observou diferença significativa pela análise de regressão ($P>0,05$).

Não se observou diferença significativa ($P>0,05$) na concentração de cobalto no fígado provavelmente devido aos níveis estudados relativamente baixos em relação aos empregados por Southern e Baker (1980), que observaram valores entre 0,03 a 0,85 ppm de cobalto na matéria seca para 0 ppm de cobalto suplementado na dieta, e entre 16 a 55,5 ppm para 250 ppm de cobalto na dieta. Para os valores de gema, a suplementação de vitamina B₁₂ não influenciou significativamente ($P>0,05$) a concentração de cobalto no fígado e gema.

TABELA 15. Cobalto no fígado e gema, na base de matéria seca (MS), em função da suplementação de vitamina B₁₂.

VITAMINA B ₁₂ (µg)	COBALTO NA MS (ppm)	
	Fígado ¹	Gema ¹
0,00	0,1860	0,0916
10,00	0,1850	0,0942

1. Não se observou diferença significativa pelo Teste F ($P>0,05$).

4.4 Características sanguíneas

A suplementação de cobalto não exerceu influência significativa ($P>0,05$) sobre as características sanguíneas de hematócrito, hemoglobina, hemácias e leucócitos (Tabela 6 A e Tabela 16 e 17). Da mesma forma, a ausência ou presença de vitamina B₁₂ não influenciou significativamente ($P>0,05$) as características sanguíneas estudadas.

Para hemoglobina, não se observou efeito significativo ($P>0,05$) da suplementação de cobalto, discordando de Diaz, Julian e Squires (1994a), que observaram aumento no conteúdo de hemoglobina em frangos de corte.

Na análise de hemácias não foi observado efeito significativo ($P>0,05$), ao contrário observado por Diaz, Julian e Squires (1994a) e comentado por McDowell (1989).

Segundo Konopatov (1992), o cobalto promove o desenvolvimento da resposta imune em frangos, o que não se observou neste trabalho, pois não se observou diferença no conteúdo de leucócitos.

TABELA 16. Valores médios de hematócrito (Ht), hemoglobina (Hb), hemácias (Hm) e leucócitos (Leuc), em função da suplementação de cobalto.

COBALTO (ppm)	Ht¹ (%)	Hb² (%)	Hm³ (Milhões/mm ³)	Leuc⁴ (mm ³)
0,00	37,75	17,70	2,7550	717600
0,30	35,37	15,95	2,7050	688650
0,60	37,25	17,17	2,8225	762400
0,90	36,75	17,17	2,7600	826400
1,20	37,25	17,05	2,7150	697600

1,2,3,4. Não se observou diferença significativa pela análise de regressão ($P>0,05$).

TABELA 17. Valores de hematócrito (Ht), hemoglobina (Hb), hemácias (Hm) e leucócitos (Leuc), em função da suplementação de vitamina B₁₂.

VIT. B₁₂ (µg)	Ht¹ (%)	Hb² (%)	Hm³ (Milhões/mm ³)	Leuc⁴ (mm ³)
0,00	37,10	16,73	2,7870	745920
10,00	36,65	17,29	2,7160	731140

1, 2, 3 e 4. Não se observou diferença significativa pelo Teste F (P>0,05).

5 CONCLUSÕES

A suplementação de cobalto em rações para poedeiras velhas não influenciou a produção e qualidade dos ovos, nem sua concentração no fígado e gema e as características sanguíneas dentro do período estudado, sugerindo que não há a necessidade de sua suplementação.

A presença da vitamina B₁₂ promoveu maior peso dos ovos, principalmente nos período finais, sendo sua suplementação importante e independente do cobalto.

As características de qualidade externa apresentaram comportamento inverso ao peso dos ovos; na presença de vitamina B₁₂ os ovos foram maiores, o que resultou em piores valores de qualidade externa. A qualidade interna não apresentou diferença significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, A.G.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Science*, Champaign, v.72, n.11, p.2038-2043, Nov. 1993.
- AEC. TABLES AEC: Recomendações para nutrição animal. 5.ed. Rhônepoulenc, 1987. 86p.
- ALVES, M.I.G. Substituição da metionina suplementar por sulfato de cálcio na ração de poedeiras. Lavras: ESAL, 1986. 70p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; FLEMMING, J.S.; FLEMMING, A.; SOUZA, G.A. de; FILHO, A.B. *Nutrição animal*. Paraná, 1982. v.1, 394p. Os princípios nutritivos e suas finalidades, p.234-236.
- CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. *Produccion Avícola*. Nueva York: Ithaca, 1968. 392p.
- DIAZ, G.J.; JULIAN, R.J.; SQUIRES, E.J. Cobalt-induced polycythaemia causing right ventricular hypertrophy and ascites in meat-type chickens. *Avian Pathology*, Oxfordshire, v.23, n.1, p.91-104, Mar. 1994a. CD-ROM. BA on CD 7/94-12/94.
- DIAZ, G.J.; JULIAN, R.J.; SQUIRES, E.J. Lesions in broiler chickens following experimental intoxication with cobalt. *Avian Diseases*, Kennett Square, v.38, n.2, p.308-316, Apr. / July 1994b. CD-ROM. BA on CD 7/94-12/94.
- FASSANI, E.J. Manganês na nutrição de poedeiras no segundo ciclo de produção. Lavras: UFLA, 1998. 59p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4.1. - Pacote computacional).
- GALLEMORE, R.P.; STEINBERG, R.H. Cobalt increases photoreceptor-dependent responses of the chick retinal pigment epithelium. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, Philadelphia, v.32, n.12, p.3041-3052, Dec. 1991. CD-ROM. BA on CD Jan./June 1992.

- GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. Mineral Nutrition of Animals.** London: Butterworths, 1982. 475p. The physiological role of microelements, p.186-192.
- HAFEZ, E.S.E.; DYER, I.A. Desarrollo y nutrición animal.** Zaragoza: Acribia, 1972. 472p. Necesidades minerales, p.393.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE - INRA. Alimentação dos animais monogástricos.** 2.ed. Paris, 1989. 245p.
- ISLABÃO, N. Vitaminas: seu metabolismo no homem e nos animais domésticos.** 2.ed. São Paulo: Nobel, 1987. 201p.
- KHOLOKHLOV, A.; KISLYI, A. Let us control the mineral nutrition of laying hens.** Ptitsevodstvo, Moscow, n.2, p.20-21, 1997. CD-ROM. CAB Abstracts 1996-7/98.
- KONOPATOV, Y.V. Cobalt and imunogenesis in birds, as exemplified by chicken.** Doklady Akademiinauk, Leningrad, v.332, n.4, p.806-808, 1992. CD-ROM. BA on CD January-June 1993.
- KONOPATOV, Y.V.; LIPIN, A.; FEDOROV, V. Cobalt in the diet for broilers.** Ptitsevodstvo, Moscow, n.11, p.14-15, 1991. CD-ROM. CAB Abstract 1993-1994.
- LEE, C.L.; WOLTERINK, L.F. Metabolism of Cobalt60 In chickens.** Poultry Science, Champaing, v.34, n.5, p.991-1235, May 1955.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D.; GONZALO, J. D. Nutrición aviar comercial.** Santafé de Bogotá, 2000. 359p.
- MARTINEZ, D.A.; DIAZ, G.J. Effect of graded levels of dietary nickel and manganese on blood haemoglobin content and pulmonary hypertension in broiler chickens.** Avian Pathology, Oxfordshire, v.25, n.3, p.537-549, Sept. 1996. CD-ROM. AGRICOLA 1992-1997.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K. Nutrição animal: os nutrientes e seu metabolismo.** Rio de Janeiro, 1966. 550p. As vitaminas, p.269-274.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. Nutrición animal.** 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1975. 462p. Minerals, p.107-109.

- MCDOWELL, L.R. Minerals in animal and human nutrition. San Diego: Academic Press, 1992. 524p. Cobalt, p.205-223.**
- MCDOWELL, L.R. Vitamins in animal nutrition. San Diego: Academic Press, 1989. 486p. Vitamin B12, p.323-346.**
- NABER, E.C. The effect of nutrition on the composition of eggs. Poultry Science, Champaign, v.58, n.3, p.518-528, May 1979.**
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 9.ed. Washington, 1994. 155p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals).**
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Vitamin tolerance of animals. Washington, 1987. 96p. Vitamin B₁₂, p.74-76.**
- NOY, Y.; FRISCH, Y.; RAND, N.; SKAN, D. Trace mineral requirements in turkeys. World's Poultry Science Journal, Wageningen, v.50, n.3, p.253-266, Nov. 1994.**
- OLIVEIRA, J.E.F. de. Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura. Lavras: UFLA, 1995. 102p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).**
- OLSON, J.D.; KIENHOLZ, E.W. Cobalt and vitamin C for chicks. Poultry Science, Champaign, v.47, p.1704, 1968. (Abstr.).**
- PONTES, M.P.; LLOBET, J.A.C. Alimentación de las aves. Real Escuela de Avicultura. Impreso en Españã. 1995. 506p. Cobalto, p.115-116. Vitamina B₁₂, p.74-75.**
- RODRIGUES, P. B. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. Lavras: UFLA, 1995. 139p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).**
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F. de.; LOPES, D.C. Tabelas Brasileiras para aves e suínos; Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 2000. 141p.**
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. Composição e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras). Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1994. 61p.**

- SCHAIBLE, P. J.** Poultry: feeds and nutrition. Westport: The Avi Publishing Company, 1970. 636p. Minerals: trace minerals, p.259-271.
- SCOTT, M.L.; NESHEIN, M.G.; YOUNG, R.J.** Nutrition of the chickens. 3.ed. New York, 1982. 562p. The Vitamins, p.237-243.
- SHANSAIE, A.; SALIMI, V.M.; SHAHIDI, M.** Research and study on formulating poultry mineral feed supplements (using minerals available in Iran) in broiler production. In: **WORLD'S POULTRY CONGRESS, 19., 1992, Amsterdam, Netherlands. Proceedings...** Amsterdam, 1992. v.1, p.624-625.
- SKINNER, J.L.; QUISENBERRY, J.H.; COUCH, J.R.** High efficiency and APF concentrates in the ration of the laying fowl. **Poultry Science, Champaing, v.30, n.3, p.319-324, May 1951.**
- SQUIRES, M.W.; NABER, E.C.** Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: Vitamin B₁₂ study. **Poultry Science, Champaing, v.71, n.12, p.2075-2082, Dec. 1992.**
- SOUTHERN, L.L.; BAKER, D.H.** The effect of methionine or cysteine on cobalt toxicity in the chick. **Poultry Science, Champaing, v.60, n.7, p.1303-1308, July 1980.**
- TÔRRES, A. di P.** Alimentação das aves. São Paulo: Melhoramentos, 1969. 260p. Cap.5: Os minerais, p.106.
- TURK, J.L.; KRATZER, F.H.** The effects of cobalt in the diet of the chick. **Poultry Science, Champaing, v.39, p.1302, 1960. (Abst.)**
- UNDERWOOD, E.J.** Trace elements in human and animal nutrition. 4.ed. Academic Press. San Francisco: Academic Press, 1977. 545p. Cobalt, p.132-158.
- UNIRHODIA.** Manual Unirhodia de alimentação animal: Energia, aminoácidos, vitaminas e minerais. **Unipar Rhodia do Nordeste. São Paulo, 1984. 63p.**
- VARIAN.** Flame atomic spectrometry: analytical methods. Mulgrave Victoria, 1989. 146p. Cobalt, p.6, 96, 97, 117, 118, 134.

ANEXOS

TABELA	PÁGINA
1A – Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes à produção média dos ovos (PMO), perdas de ovos (Perda) e peso dos ovos (PO), estimados durante o período experimental.....	52
2A – Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes à Massa dos ovos (Massa), consumo médio diário de ração (CMR) e conversão alimentar (CA), estimados durante o período experimental.	52
3A – Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes ao peso específico (PE) e porcentagem de casca (%Casca), estimados durante o período experimental.....	53
4A – Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes ao peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA) e à unidade Haug (UH), estimados durante o período experimental.	53
5A – Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes a concentração de cobalto (ppm) no fígado e na gema, na base de matéria seca desengordurada.....	54
6A – Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes ao hematócrito (Hcrito), hemoglobina (Hgb), hemácias (Hm) e leucócitos (Leuc).	54

F.V.	GL	Massa	CMR	CA
Cobalio (Co)	4	81,985168	31,735129	0,062932
Vit.B ₁₂ (B ₁₂)	1	15,515754	12,656194	0,032453
Co x B ₁₂	4	35,550935	38,257371	0,019059
Erro 1	30	61,327054	38,756535	0,057625
Período (P)	3	130,725821**	873,434711**	0,183933**
P x Co	12	2,936098	8,023364	0,008370
P x B ₁₂	3	26,484613**	34,894158*	0,015210
P x Co x B ₁₂	12	4,273451	3,681425	0,004510
Erro 2	90	3,971782	9,297036	0,005770
CV 1 (%)		13,61	5,14	11,36
CV 2 (%)		3,46	2,52	3,59

* (P<0,05)
** (P<0,01)

QUADRADO MÉDIO

TABELA 2A - Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes à massa dos ovos (Massa), consumo médio diário de ração (CMR) e conversão alimentar (CA), estimados durante o período experimental.

F.V.	GL	PMO	Perda	PO
Cobalio (Co)	4	174,800354	31,284084*	7,568332
Vit.B ₁₂ (B ₁₂)	1	9,104595	0,462379	53,808341**
Co x B ₁₂	4	101,036862	3,997913	5,416718
Erro 1	30	109,119600	9,460194	6,774711
Período (P)	3	183,796429**	109,528285**	91,512421**
P x Co	12	183,796429	3,011349	1,175653
P x B ₁₂	3	6,078214	3,143978	10,383150**
P x Co x B ₁₂	12	19,290987	3,416677	0,495443
Erro 2	90	7,265283	2,562697	1,269897
CV 1 (%)		12,56	64,40	3,76
CV 2 (%)		3,24	33,52	1,63

* (P<0,05)
** (P<0,01)

QUADRADO MÉDIO

TABELA 1A - Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes à produção média dos ovos (PMO), perdas de ovos (Perda) e peso dos ovos (PO), estimados durante o período experimental.

R.V.	GL	PCSA	UH
Cobalho (Co)	4	8,852569	3,904468
Vit.B ₁₂ (B ₁₂)	1	88,722367**	6,202941
Co x B ₁₂	4	12,561697	22,390187
Erro 1	30	11,344309	15,577637
Periodo (P)	3	88,693646**	33,356478**
P x Co	12	9,367318	5,790257
P x B ₁₂	3	21,292069*	3,492529
P x Co x B ₁₂	12	5,498315	3,483872
Erro 2	90	5,423331	4,553867
CV 1 (%)		4,40	4,28
CV 2 (%)		3,04	2,32

** (P<0,01)
* (P<0,05)

QUADRADO MÉDIO

TABELA 4A - Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes ao peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA) e à unidade Haugh (UH), estimados durante o período experimental.

R.V.	GL	PE	% Casca	EC
Cobalho (Co)	4	0,000008	0,125650	144,094503
Vit.B ₁₂ (B ₁₂)	1	0,000140**	1,941746**	3067,850335**
Co x B ₁₂	4	0,000001	0,191737	278,408178
Erro 1	30	0,000003	0,153140	300,518520
Periodo (P)	3	0,000339**	0,504619**	5463,934613**
P x Co	12	0,000000	0,141254	153,684376
P x B ₁₂	3	0,000018**	0,530979**	521,301546**
P x Co x B ₁₂	12	0,000002	0,049859	113,435283
Erro 2	90	0,000000	0,076260	119,293206
CV 1 (%)		0,17	4,46	4,78
CV 2 (%)		0,09	3,15	3,01

** (P<0,01)
* (P<0,05)

QUADRADO MÉDIO

TABELA 3A - Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes ao peso específico (PE), porcentagem de casca (%Casca), espessura de casca (EC), estimados durante o período experimental.

TABELA 5A – Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes à concentração de cobalto (ppm) no fígado e na gema, na base de matéria seca desengordurada.

F.V.	GL	QUADRADO MÉDIO	
		Co fígado	Co gema
Cobalto (Co)	4	0,000218	0,000119
Vit.B ₁₂ (B ₁₂)	1	0,000005	0,000034
Co x B ₁₂	4	0,000393	0,000119
Erro	10	0,000285	0,000238
CV (%)		9,10	16,61

* (P<0,05)

** (P<0,01)

TABELA 6A – Quadrado médio das análises de variância dos dados referentes ao hematócrito (Ht), hemoglobina (Hb), hemácias (Hm) e leucócitos (Leuc).

F.V.	GL	QUADRADO MÉDIO			
		Ht	Hb	Hm	Leuc
Cobalto (Co)	4	3,312500	1,655750	0,008620	12892258000
Vit.B ₁₂ (B ₁₂)	1	1,012500	1,568000	0,025205	1092242000
Co x B ₁₂	4	6,137500	0,349250	0,017830	2612642000
Erro	10	1,812500	2,149000	0,022205	4981138000
CV (%)		3,65	8,62	5,42	9,56

* (P<0,05)

** (P<0,01)

