

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE REPRODUTORAS DE FRANGOS DE  
CORTE SUPLEMENTADAS COM 25-HIDROXICOLECALCIFEROL**

**CIBELE TORRES  
Médica Veterinária/UFRGS**

**Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de  
Mestre em Zootecnia  
Área de Concentração Produção e Manejo/ Não-Ruminantes**

**Porto Alegre (RS), Brasil  
Fevereiro de 2008**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Faustino e Linamara, pela vida, educação, companheirismo, compreensão, estímulo, auxílio e confiança no meu potencial. Obrigado pelos exemplos de vida, conversas e conselhos pessoais e profissionais os quais foram fundamentais para a perseverança na busca dos meus sonhos e objetivos de vida.

Às minhas irmãs Letícia e Lucila pela amizade e apoio, e para a minha avó Ubaldina, exemplo de vida, garra e perseverança.

A Beverli e Henrique pela amizade e para Rafael Capra pela convivência.

Ao orientador Professor Sergio L. Vieira pelos ensinamentos, confiança, e, principalmente, pelo empenho para a construção do Aviário de Reprodutoras.

À Cristiane Vieira e Bruna Pinherio pela amizade e compreensão.

Aos meus colegas e amigos do Aviário de Ensino e Pesquisa: Josemar, Alexandra, Renata, Fúlvio, Fabrício, Pedro, Rafael, André e Juliano. Em especial para Jorge, Dimitri e Jaime pela amizade e apoio, especialmente na fase inicial do período experimental.

À Ione pelo trabalho e empenho, aos funcionários da Biblioteca da Veterinária e ao motorista Maureli.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo ensino de qualidade, gratuito e apoio aos estudantes. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos.

## DESEMPENHO PRODUTIVO DE REPRODUTORAS DE FRANGO DE CORTE SUPLEMENTADAS COM 25-HIDROXICOLECALCIFEROL <sup>1</sup>

Autora: Cibele AraujoTorres

Orientador: Professor Sérgio L.Vieira

### RESUMO

Foi realizado um experimento com o objetivo de avaliar a suplementação de 25-hidroxicolecalciferol (25(OH)D<sub>3</sub>) associado com vitamina D<sub>3</sub> em dietas de reprodutoras pesadas. Para tal, foram alojadas 650 matrizes Cobb 500 em delineamento completamente casualizado composto por quatro tratamentos e oito repetições de 20 fêmeas e 2 machos cada. Os tratamentos experimentais foram constituídos de premixes vitamínicos contendo 2000 e 3400 UI/kg ração de vitamina D<sub>3</sub> como única fonte ou 2000 UI D<sub>3</sub> associado à 35 ou 69 µg/ton de 25(OH)D<sub>3</sub>. Não houve efeito da suplementação de 25(OH)D<sub>3</sub> sobre a produção semanal de ovos totais, ovos incubáveis e ovos danificados, número total/incubável de ovos/ave alojada durante o período experimental compreendido das 32 às 67 semanas de idade. Não houve efeito da suplementação sobre o peso dos ovos. Já a qualidade da casca, mensurada através da gravidade específica, demonstrou melhoria com a suplementação de 25(OH)D<sub>3</sub> para os ovos de reprodutoras com 60 semanas de idade, independente da dose. Na semana 35 a suplementação de 3400UI D<sub>3</sub> apresentou maior gravidade específica em relação a suplementação de 2000 UI D<sub>3</sub> e 2000 UI D<sub>3</sub> +69 µg 25(OH)D<sub>3</sub>. Não foi observada diferença significativa (P>0,05) para a eclosão quando ovos férteis foram incubados nas 54, 64 e 67 semanas de idade das aves. A realização do embriodiagnóstico demonstrou menor mortalidade de embriões na terceira semana para o 2000 UI D<sub>3</sub> P(<0,03) nas 64 semanas e menor mortalidade de embriões na primeira semana proveniente de reprodutoras suplementadas com o 2000UI D<sub>3</sub> e 2000UI D<sub>3</sub>+ 69 µg 25(OH)D<sub>3</sub> com 67 semanas de idade. Concluiu-se que a combinação de 25 hidroxicolecalciferol e colecalciferol foi similar ao efeito das dietas com vitamina D<sub>3</sub>, como fonte exclusiva, sobre a performance produtiva de reprodutoras pesadas.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (101p.). Fevereiro, 2008.

## PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BROILER BREEDERS HENS FED 25-HYDROXYCHOLECALCIFEROL<sup>1</sup>.

Author: Cibele Torres

Adviser: Sergio Luiz Vieira

### ABSTRACT

An experiment was conducted with the objective to evaluate the addition of 25-hydroxycholecalciferol (25(OH)D<sub>3</sub>) with vitamin D<sub>3</sub> in diets of broiler breeders hens. The experiment used six hundred and fifty broiler breeders Cobb 500 and was organized in a complete randomized design with four treatments and eight replication of twenty female and two male each. The treatments were constituted of vitamin premix with 2000 and 3400 IU/kg diet of vitamin D<sub>3</sub> as the only source of vitamin or 2000 IU D<sub>3</sub> plus 35 or 69 µg/ton of 25(OH)D<sub>3</sub>. The results of these experiment indicated that 25(OH)D<sub>3</sub> had no significant effect on the total, hatch and damaged weekly egg production, as well as on the total number and total hatch eggs/bird for the entire experimental period from 32 to 67 weeks. There were no effect of the addition of 25(OH)D<sub>3</sub> on the weight egg. The supplementation of 25(OH)D<sub>3</sub> resulted in better quality shell evaluated through the specific gravity at 60 weeks of age, independent of the dosage. At 35 week the dose of 3400 IU D<sub>3</sub> had better quality when compared with the 2000 IU D<sub>3</sub> and 2000 IU D<sub>3</sub> +69 µg 25(OH)D<sub>3</sub> dosages. No significant difference (P>0,05) was observed for hatchability of fertile eggs at 54, 64 and 67 weeks of broiler breeders. The hatch residue breakout showed less mortality of embryos at third week for treatments from 2000 UI D<sub>3</sub> P(<0,03) at 64 week and less mortality of embryos at second week of development from hens with 67 week and supplemented with 2000IU D<sub>3</sub> and 2000IU D<sub>3</sub>+ 69 µg 25(OH)D<sub>3</sub>. The results indicated that the supplementation of 25-hydroxycholecalciferol with cholecalciferol had similar effects as the diets with vitamin D<sub>3</sub> as the only source on the productive performance of broiler breeders hens<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, (101p.). February, 2008.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Considerações iniciais.....	3
2.2. Absorção e metabolismo da vitamina D <sub>3</sub> .....	4
2.2.1. Absorção da vitamina D <sub>3</sub> e 25(OH)D <sub>3</sub> .....	4
2.2.2. Metabolismo da vitamina D <sub>3</sub> .....	5
2.3. Atividade biológica da vitamina D <sub>3</sub> e 25(OH)D <sub>3</sub> .....	7
2.4. Exigências de vitamina D <sub>3</sub> para reprodutoras pesadas.....	9
2.5. Efeitos metabólicos da vitamina D <sub>3</sub> .....	10
2.5.1. Receptores hormonais para vitamina D <sub>3</sub> .....	10
2.5.2. Vitamina D <sub>3</sub> e absorção de íons cálcio.....	11
2.5.2.1. Ligação esteróide-receptor.....	11
2.5.2.2. Transcaltaquia.....	12
2.6. Regulação do metabolismo da vitamina D <sub>3</sub> .....	13
2.7. Toxicidade da vitamina D <sub>3</sub> e metabólitos.....	15
2.8. Vitamina D <sub>3</sub> e desempenho de reprodutoras pesadas.....	16
2.8.1. Efeitos sobre a produção e qualidade dos ovos.....	19
2.8.2. Desenvolvimento embrionário.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1. Desempenho e características de produção das reprodutoras pesadas.....	27
3.1.1. Local e período.....	27
3.1.2. Instalações e equipamentos.....	27
3.1.3. Aves.....	29
3.1.4. Preparo das dietas experimentais.....	29
3.1.5. Tratamentos experimentais.....	29
3.1.6. Arraçamento e controle do peso corporal.....	31
3.1.7. Controle da temperatura ambiental.....	35
3.1.8. Manejo experimental para coleta dos ovos.....	35
3.1.9. Peso do ovo e gravidade específica.....	36
3.1.10. Espessura da casca.....	37
3.1.11. Delineamento experimental.....	37
3.1.12. Variáveis analisadas e modelo estatístico.....	38
3.2. Incubação dos ovos e mortalidade embrionária.....	39
3.2.1. Coleta e armazenamento de ovos.....	39
3.2.2. Instalações e equipamentos do incubatório.....	39
3.2.3. Delineamento experimental.....	40
3.2.4. Variáveis analisadas e modelo estatístico.....	40

4. RESULTADOS .....	42
4.1. Desempenho produtivo das reprodutoras pesadas.....	42
4.2. Medidas de qualidade da casca.....	48
4.3. Resultados de eclodibilidade dos ovos férteis.....	51
5. CONCLUSÃO.....	56
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
8. APÊNDICES.....	68
8.1. Temperaturas observadas durante o experimento .....	69
8.2. Dados brutos relativos ao desempenho das reprodutoras pesadas no período das 32 às 67 semanas de idade.....	75
8.3. Análises estatísticas realizadas para as variáveis estudadas.....	90
VITA.....	101

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Descrição dos tratamentos experimentais.....	30
Tabela 2. Análise de vitamina D das dietas experimentais.....	30
Tabela 3. Composição da ração basal comercial fornecida às reprodutoras pesadas das 32 às 67 semanas de idade.....	32
Tabela 4. Composição de vitamina e minerais dos tratamentos experimentais.....	33
Tabela 5. Controle da alimentação das reprodutoras pesadas ao longo do ciclo de produção.....	34
Tabela 6. Peso médio das reprodutoras pesadas consumindo diferentes fontes de vitamina D <sub>3</sub> , kg.....	42
Tabela 7. Mortalidade das reprodutoras pesadas consumindo diferentes fontes de vitamina D <sub>3</sub> , kg.....	43
Tabela 8. Média dos tratamentos para produção de ovos totais, incubáveis e danificados das 32 às 67 semanas, %.....	44
Tabela 9. Média do peso dos ovos para tratamentos e semanas.....	48
Tabela 10. Média da gravidade específica dos ovos para tratamentos e semanas.....	49
Tabela 11. Espessura da casca do ovo na região da câmara de ar, $\mu$ ..	50
Tabela 12. Espessura da casca do ovo na região equatorial, $\mu$ .....	50
Tabela 13. Eclosão dos ovos férteis, %.....	52
Tabela 14. Mortalidade embrionária dos ovos provenientes de reprodutoras pesadas com 57 semanas de idade.....	53
Tabela 15. Mortalidade embrionária dos ovos provenientes de reprodutoras pesadas com 64 semanas de idade.....	53
Tabela 16. Mortalidade embrionária dos ovos provenientes de reprodutoras pesadas com 67 semanas de idade.....	54

## RELAÇÃO DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Produção de ovos de reprodutoras pesadas Cobb 500 consumindo diferentes fontes de vitamina D <sub>3</sub> , % ovo/ave/dia..	45
Gráfico 2. Produção de ovos incubáveis de reprodutoras pesadas Cobb 500 consumindo diferentes fontes de vitamina D <sub>3</sub> , % ovo/ave/dia.....	46
Gráfico 3. Número total de ovos e ovos incubáveis produzidos por ave alojada no período das 32-67 semanas.....	47



## RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
Apêndice 1. Controle das condições ambientais mensuradas através de termômetro digital.....	69
Apêndice 2. Temperatura ambiental durante a mensuração da gravidade específica dos ovos.....	74
Apêndice 3. Peso médio das matrizes pesadas.....	75
Apêndice 4. Dados brutos de produção de ovos compreendido das 32 às 67 semanas de idade, %.....	76
Apêndice 5. Dados brutos de produção de ovos incubáveis compreendido das 32 às 67 semanas de idade, %.....	77
Apêndice 6. Dados coletados e calculados para análise da qualidade dos ovos, %.....	78
Apêndice 7. Dados coletados e calculados para análise da gravidade específica.....	79
Apêndice 8. Dados coletados e calculados para análise da espessura da região equatorial, $\mu$ .....	80
Apêndice 9. Dados coletados e calculados para análise da espessura da câmara de ar, $\mu$ .....	81
Apêndice 10. Dados de ovos totais e férteis incubados às 57, 64 e 67 semanas das reprodutoras pesadas.....	82
Apêndice 11. Dados de eclosão dos ovos férteis às 57, 64 e 67 semanas das reprodutoras pesadas, %.....	83
Apêndice 12. Dados do embriodiagnóstico realizado às 57 semanas..	84
Apêndice 13. Embriodiagnóstico realizado às 57 semanas, dados transformados em arco-seno.....	85
Apêndice 14. Dados do embriodiagnóstico realizado às 64 semanas..	86
Apêndice 15. Embriodiagnóstico realizado às 64 semanas, dados transformados em arco-seno.....	87
Apêndice 16. Dados do embriodiagnóstico realizado às 67 semanas..	88

Apêndice 17.	Embriodiagnóstico realizado às 67 semanas, dados transformados em arco-seno.....	89
Apêndice 18.	Análise da variância da mortalidade das reprodutoras pesadas.....	90
Apêndice 19.	Análise da variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 32 semanas de idade.....	90
Apêndice 20.	Análise da variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 35 semanas de idade.....	90
Apêndice 21.	Análise da variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 41 semanas de idade.....	90
Apêndice 22.	Análise da variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 45 semanas de idade.....	90
Apêndice 23.	Análise da variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 49 semanas de idade.....	91
Apêndice 24.	Análise da variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 56 semanas de idade.....	91
Apêndice 25.	Análise da variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 61semanas de idade.....	91
Apêndice 26.	Análise da variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 67 semanas de idade.....	91
Apêndice 27.	Análise da variância do efeito dos tratamentos sobre o número de ovos produzidos por ave alojada.....	91
Apêndice 28.	Análise de variância dos tratamentos sobre o número de ovos incubáveis produzidos por ave alojada.....	91
Apêndice 29.	Dados de produção semanal total de ovos.....	92
Apêndice 30.	Análise da variância dos dados de produção total de ovos.....	93
Apêndice 31.	Dados de produção média de ovos incubáveis.....	93
Apêndice 32.	Análise da variância dos dados de produção semanal total de ovos incubáveis.....	94
Apêndice 33.	Dados de produção média semanal de ovos danificados.....	94

Apêndice 34.	Análise da variância sobre a de produção semanal de ovos danificados.....	95
Apêndice 35.	Dados do peso médio dos ovos das reprodutoras.....	95
Apêndice 36.	Análise da variância sobre o peso dos ovos das reprodutoras.....	95
Apêndice 37.	Média e desvio padrão da gravidade específica dos ovos das reprodutoras.....	95
Apêndice 38.	Análise da variância sobre a gravidade específica os ovos das reprodutoras.....	96
Apêndice 39.	Média e desvio padrão da espessura da casca do ovo na região da câmara de ar.....	96
Apêndice 40.	Análise da variância da espessura da casca do ovo na região da câmara de ar.....	96
Apêndice 41.	Média e desvio padrão da espessura da casca do ovo na região equatorial.....	96
Apêndice 42.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a espessura da casca do ovo na região equatorial.....	96
Apêndice 43.	Análise da variância sobre a eclosão dos ovos férteis às 57 semanas.....	97
Apêndice 44.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de primeira semana às 57 semanas.....	97
Apêndice 45.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de segunda semana às 57 semanas.....	97
Apêndice 46.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de terceira semana às 57 semanas.....	97
Apêndice 47.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária bicados às 57 semanas.....	97
Apêndice 48.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária malformação às 57 semanas.....	98
Apêndice 49.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária refugos às 57 semanas.....	98

Apêndice 50.	Análise da variância sobre a eclosão dos ovos férteis às 64 semanas.....	98
Apêndice 51.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de primeira semana às 64semanas.....	98
Apêndice 52.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de segunda semana às 64semanas.....	98
Apêndice 53.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de terceira semana às 64semanas.....	99
Apêndice 54.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária – bicados às 64semanas.....	99
Apêndice 55.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária - malformação às 64semanas.....	99
Apêndice 56.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária refugos às 64semanas.....	99
Apêndice 57.	Análise da variância sobre a eclosão dos ovos férteis às 67 semanas.....	99
Apêndice 58.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de primeira semana às 67semanas.....	99
Apêndice 59.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de segunda semana às 67semanas.....	100
Apêndice 60.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de terceira semana às 67semanas.....	100
Apêndice 61.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária - bicados às 67semanas.....	100
Apêndice 62.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária malformação às 67semanas.....	100
Apêndice 63.	Análise da variância sobre a mortalidade embrionária de refugos às 67semanas.....	100

## RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

cm	centímetro (s)
g	grama (s)
Gl	graus de liberdade
kg	Quilograma (s)
m	metro (s)
QM	quadrado médio
Ton	tonelada
UI	unidade internacional
SQ	soma de quadrados
%	valor percentual
°C	grau Celsius
µg	micrograma
µ	micra

## 1. INTRODUÇÃO

A criação de matrizes pesadas é um dos elos da cadeia produtiva de aves cujo objetivo principal é a produção de ovos férteis e pintos de corte de um dia. Portanto, número, tamanho, eclodibilidade e viabilidade de ovos são parâmetros constantemente monitorados de forma a tornar estas linhagens mais eficientes.

A nutrição das reprodutoras pesadas é fundamental para a expressão do seu potencial genético. Esta deve atender as exigências da ave proporcionando adequado desenvolvimento corporal e, posteriormente, desempenho produtivo. Ainda, deve suprir as exigências de energia e nutrientes para os embriões provenientes de seus ovos.

Deficiências de vitaminas nas dietas de reprodutoras pesadas são incomuns em situações comerciais. Em situações de deficiência, entretanto, os efeitos primários observados são caracterizados pela menor eclodibilidade e aparecimento de sintomas específicos nos embriões. Deficiências de vitaminas podem elevar a mortalidade embrionária, especialmente durante a segunda semana de incubação.

A vitamina D<sub>3</sub> ou colecalciferol está diretamente envolvida na homeostase de cálcio e fósforo das aves. Este pode ser normalmente obtido na pele através da irradiação do 7-deidrocolesterol pela luz ultravioleta em humanos e mamíferos, porém não é eficientemente convertido em vitamina D<sub>3</sub>

nas aves. Portanto, a necessidade de suplementação da vitamina D<sub>3</sub> através da ração é uma realidade.

A procura por fontes alternativas de vitamina D<sub>3</sub> tais como 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> e 25(OH)D<sub>3</sub>, pode estar relacionada com melhorias do crescimento esquelético das aves, produção de ovos, qualidade de casca e reprodução, já que esta vitamina está diretamente envolvida na homeostase de cálcio e fósforo (Norman, 1986, 1987; Smith et al. 2007). A forma 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> possui 10 vezes mais atividade anti-raquítica em relação à vitamina D<sub>3</sub>, porém a sua suplementação como única fonte desta vitamina tem reduzida transferência aos ovos, com implicações na taxa de eclosão.

Com a disponibilidade da forma sintética do metabólito 25(OH)D<sub>3</sub> para os nutricionistas, diversas pesquisas vêm sendo realizadas procurando avaliar o papel deste em relação aos parâmetros produtivos de reprodutoras pesadas, qualidade e desempenho de pintos como produto final no ciclo de produção. Este é duas vezes mais ativo em relação à vitamina D<sub>3</sub> e apresenta características favoráveis de maior absorção pelas células intestinais em comparação com o colecalciferol.

## **1.1 Objetivos**

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a suplementação de colecalciferol em associação com 25(OH)D<sub>3</sub> em dietas de reprodutoras pesadas e as subseqüentes respostas produtivas relacionadas com a curva de produção, qualidade dos ovos, eclodibilidade dos ovos férteis e mortalidade embrionária.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Considerações Iniciais

Os calciferóis, ou vitaminas D, pertencem a uma família de esteróides derivados do colesterol cuja atividade biológica resulta na homeostase do cálcio (Smith et al., 2007). A vitamina D é estruturalmente semelhante aos esteróides, em função da presença do núcleo peridrosciclopentanofenantreno. Este é composto por quatro anéis (ABCD) fundidos, porém o rompimento da ligação do C<sub>9</sub> com o C<sub>10</sub> no anel B desta estrutura é o responsável pela classificação da vitamina D como um seco-esteróide, sendo, portanto, o diferencial entre os hormônios esteróides e calciferóis (Norman, 1986).

Mais de 30 formas de vitamina D já foram descritas, porém as formas ergocalciferol (D<sub>2</sub>) e colecalciferol (D<sub>3</sub>) são as mais importantes. Estas são estruturalmente diferenciadas pela adição de um grupo metila no carbono 24 e a presença de uma ligação dupla no carbono 22-23 da vitamina D<sub>2</sub> (Norman, 1986). Em aves, a vitamina D<sub>2</sub> apresenta um décimo da atividade da vitamina D<sub>3</sub> (Soares, et al., 1995), devido à maior afinidade das proteínas ligadoras de vitamina D pela forma D<sub>3</sub> em relação à D<sub>2</sub> (Hoy et al., 1988).

Aves podem obter a vitamina D<sub>3</sub> através da incidência de raios UV sobre o 7-deidrocolesterol presente na pele (Norman et al., 1993; Norman &



Hurwitz, 1993) ou através da ingestão desta via dieta (Summers &, Lesson 2001). A produção de vitamina D<sub>3</sub>, a partir de 7-deidrocolesterol ocorre de forma mais eficiente na pele das pernas em relação à região dorsal (Tian et al.,1994) porém nas situações de criação industrial esta fonte de vitamina é insuficiente para atender as exigências nutricionais para reprodutoras pesadas (Bar et al., 1988).

Os benefícios de 25(OH)D<sub>3</sub> como fonte de vitamina D<sub>3</sub> para as aves estão relacionados com a melhor utilização de fosfato e cálcio em decorrência do aumento da atividade da fitase intestinal (Rao et al., 2007); menor mortalidade e elevados níveis plasmáticos de 25(OH)D<sub>3</sub> em aves acometidas com enterite ou síndrome da mal absorção (Ward, 2004).

Por outro lado, também está relacionado com a maior disponibilidade de nutrientes como cálcio, fósforo e vitamina D no período pós eclosão, os quais são essenciais para o intenso desenvolvimento esquelético que ocorre nesta fase. Além disto, desempenha relevante papel biológico no sistema imune, pois está relacionado com o desenvolvimento da resposta celular mediada através da maturação e funcionalidade dos macrófagos (Aslam, 1998; Rao et al., 2007).

## **2.2. Absorção e metabolismo da vitamina D<sub>3</sub>**

### **2.2.1 Absorção da vitamina D<sub>3</sub> e 25(OH)D<sub>3</sub>**

A vitamina D é absorvida primariamente no duodeno, através de difusão passiva em processo dependente da presença de lipase e sais biliares (Lesson & Summers, 2001), pois são insolúveis em água (Lehninger, 2005).

A adição de uma hidroxila no carbono 25 da estrutura da vitamina D torna esta molécula mais polar, portanto mais hidrofílica, em relação à vitamina D<sub>3</sub> (Lehninger, 2005). A administração desta, via dieta, provavelmente minimiza a dependência da formação de micelas para que a absorção ocorra (Ward, 2004). Sitrin et al. (1982) demonstraram que a maior absorção de 25(OH)D<sub>3</sub> em relação à vitamina D<sub>3</sub> é devido a menor conjugação do 25(OH)D<sub>3</sub> com as micelas intestinais. Neste sentido, Hollander et al. (1978; 1979) demonstraram que o aumento de ácidos graxos na dieta diminui a absorção de vitamina D<sub>3</sub>, porém não afeta a absorção de 25(OH)D<sub>3</sub>.

Esta forma hidroxilada também está associada com a maior absorção de cálcio intestinal (Heaney et al., 1997) provavelmente devido à presença de proteínas transportadoras de vitamina D nas células intestinais as quais possuem maior afinidade para 25(OH)D<sub>3</sub> (Teergarden et al., 1997, 2000) apresentando, conseqüentemente, maior platô de absorção em relação ao colecalciferol.

Bar et al. (1980), em estudo com frangos de corte e perus, observaram que a absorção de 25(OH)D<sub>3</sub> é mais eficiente quando comparada com vitamina D<sub>3</sub> especialmente na porção inicial do jejuno. Os autores também observaram a menor secreção do metabólito para a luz intestinal, indicando que, aliada a maior taxa de absorção, 25(OH)D<sub>3</sub> apresenta maior taxa de retenção pelo organismo.

### **2.2.2 Metabolismo da vitamina D<sub>3</sub>**

Após a absorção, a vitamina D<sub>3</sub> é transportada na circulação através da ligação não covalente com proteínas ligadoras de vitamina D<sub>3</sub> as quais são

levadas aos órgãos específicos originando os três maiores metabólitos:  $25(\text{OH})\text{D}_3$ ,  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ , e  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ . (Norman & Hurwitz, 1993). O fígado promove o primeiro passo para a ativação metabólica da vitamina  $\text{D}_3$  através da hidroxilação do  $\text{C}_{25}$  originando 25 hidroxicolecalciferol ( $25(\text{OH})\text{D}_3$ ) (Norman & Hurwitz, 1993, Lesson&Summers, 2001). O sistema renal é o órgão central responsável pela segunda hidroxilação do  $25(\text{OH})\text{D}_3$  originando os dois principais metabólitos dihidroxilados:  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  e  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  (Norman, 1987,1990). Estes metabólitos podem sofrer uma terceira hidroxilação originando 1,24,25 trihidroxivitamina  $\text{D}_3$  (Bell, 1985).

A hidroxilação do  $25(\text{OH})\text{D}_3$  no  $\text{C}_1$ , através da enzima renal 25-OH 1~hidroxilase, promove a formação de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ . Este metabólito possui 500-1000 vezes a potência de seu precursor e é considerada a forma ativa da vitamina  $\text{D}_3$ . O segundo metabólito,  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  é originado através da atividade da enzima  $25(\text{OH})\text{D}_3$ -24~hidroxilase sobre o  $\text{C}_{24}$ . Em situações de carência de vitamina  $\text{D}_3$ , o sistema renal produz somente  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ; entretanto, caso o fornecimento de vitamina  $\text{D}_3$  seja adequado, ocorre a produção de ambos (Norman, 1987;1990; Norman & Hurwitz, 1993).

As enzimas  $25(\text{OH})\text{D}_3$ -1-hidroxilase e  $25(\text{OH})\text{D}_3$ -24-hidroxilase estão diretamente envolvidas no processo de regulação da síntese de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  de forma que o aumento deste acarreta em menor produção do metabólito  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  e, da mesma maneira, a redução na síntese de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  é acompanhada por aumento na produção de  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  (Narbaitz et al., 1981).

O sistema renal é considerado o principal órgão de produção de tais

metabólitos, porém diversas pesquisas demonstram que a produção de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  e  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  pode ser realizada por outros órgãos tais como intestino, ossos e membrana cório-alantóide (Norman, 1986; Norman & Hurwitz, 1993; Norman, 1987).

Apesar da alta circulação plasmática de  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  seu papel biológico não foi completamente demonstrado. Pesquisas demonstram que o metabólito pode estar relacionado com a integridade do sistema ósseo e remodelação em situações de fratura (Seo, et al., 1997) mas não está relacionado à redução da incidência ou severidade de discondroplasia tibial (Edwards, 1990).

### **2.3 Atividade biológica da vitamina $\text{D}_3$ e $25(\text{OH})\text{D}_3$**

Fontes naturais ou sintéticas da vitamina  $\text{D}_3$  diferem em atividade biológica conforme o ingrediente ou produto utilizado, especialmente devido aos processos de fermentação e pureza do produto final, no caso das fontes sintéticas. Como o  $25(\text{OH})\text{D}_3$  é um metabólito, sua atividade biológica difere da vitamina  $\text{D}_3$  (Roche, 2007). Com o objetivo de equiparar tais diferenças, foi desenvolvida uma medida padronizada denominada ICU (International Chick Units) sendo a dose recomendada de 62,5 mg/tonelada de ração de  $25(\text{OH})\text{D}_3$  correspondente a 2500 ICU/ton de vit $\text{D}_3$  (Roche, 2007) de forma que 1mg equivale a 40.000 UI ou 1  $\mu\text{g}$  de vit $\text{D}_3$  corresponde a 40UI de atividade da vitamina  $\text{D}_3$  (Soares et al., 1995).

Myrtle e Norman (1971) relataram que a administração dos metabólitos  $25(\text{OH})\text{D}_3$  e  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  possuíam, respectivamente, 2 e 4-13

vezes mais potência em relação à absorção intestinal de cálcio. Haussler e Rasmussen (1972), em experimento com aves, avaliaram que os metabólitos  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  e  $25(\text{OH})\text{D}_3$  foram, respectivamente, sete e quatro vezes mais efetivos em relação à vitamina  $\text{D}_3$  em promover a reabsorção óssea. O reflexo na melhora em ganho de peso, níveis plasmáticos de cálcio e aumento das cinzas dos ossos foram 1,3 – 2,2 vezes mais efetivos com a suplementação de  $25(\text{OH})\text{D}_3$  em relação à vitamina  $\text{D}_3$  (McNutt e Haussler, 1973).

Dickson et al. (1982) apud Soares et al. (1995) verificaram que os metabólitos  $25(\text{OH})\text{D}_3$  e  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  e vitamina  $\text{D}_3$  possuem maior efeito anti-raquítico em relação a  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ . Neste mesmo estudo, os autores constataram que  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  foi duas vezes mais ativo em relação à  $25(\text{OH})\text{D}_3$ , e este duas vezes mais ativo em relação à vitamina  $\text{D}_3$  e  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ . Boris et al. (1977) observaram que a ordem de maior atividade dos compostos foi:  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3 > \text{vitamina } \text{D}_3 = 25(\text{OH})\text{D}_3 > 24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ,  $1,24,25(\text{OH})_3\text{D}_3$ ,  $5,6\text{-trans}25(\text{OH})\text{D}_3$ ,  $1,24,25(\text{OH})_3\text{D}_3$  e  $5,6\text{-trans}24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ . Os resultados foram obtidos através da comparação entre as doses necessárias para dobrar o peso das cinzas ósseas em aves.

A conclusão de que a potência de  $25(\text{OH})\text{D}_3$  em relação à vitamina  $\text{D}_3$  depende dos níveis testados foi obtida no experimento realizado com matrizes Ross 508, das 73 até 90 semanas de idade. Nesta pesquisa, a dieta basal, deficiente em vitamina  $\text{D}_3$ , foi suplementada com quatro níveis (0, 3125, 12500 e 50000 ng/kg vit $\text{D}_3$  ração) ou 2 níveis de  $25(\text{OH})\text{D}_3$  (3125 e 12500 ng/kg dieta). Os valores biológicos relativos de  $25(\text{OH})\text{D}_3$  em relação à vitamina  $\text{D}_3$  ao nível de 3125 ng/kg foi de 209, 167, 400 e 108% para produção ovos/ave,

eclobilidade, mortalidade embrionária tardia e cinzas da progênie. Ao nível de 12500ng/kg dieta, não houve diferença entre 25(OH)D<sub>3</sub> e D<sub>3</sub>. Os autores concluíram que, quando comparadas às fontes de vitamina D, a potência do metabólito 25(OH)D<sub>3</sub> foi maior apenas quando suplementado em baixos níveis (Atencio, et al., 2005a).

#### **2.4. Exigências de vitamina D<sub>3</sub> para reprodutoras pesadas**

As recomendações de vitamina D<sub>3</sub> para reprodutoras pesadas apresentam variações conforme a literatura consultada, isto é, 1000 a 3000UI vitD<sub>3</sub>/kg (Lesson & Summers, 2005). Entre as linhagens de reprodutoras pesadas, as exigências variam desde 3300, 1750 a 1600 UI/kg ração de vitamina D<sub>3</sub> para as linhagens Hubbard, Cobb e Ross, respectivamente (Leeson&Summers, 2005). Segundo Rostagno et al. (2005), nas condições brasileiras as recomendações são de 2500 UI/kg ração para reprodutoras.

Atencio et al. (2006), em experimento conduzido sem incidência de raios ultra-violeta, com reprodutoras Ross x Ross durante o período compreendido das 25-66 semanas de idade, demonstraram que a suplementação de vitamina D<sub>3</sub> nas doses 0, 125, 250, 500, 1000 e 2000 UI/Kg ração indicou a exigência de aproximadamente 1400UI/Kg D<sub>3</sub> quando considerado o experimento total compreendido entre 27-36 semanas. Quando foi avaliado o período experimental iniciado às 37 e finalizado às 66 semanas de idade, as exigências foram 2800 UID<sub>3</sub>/kg , para as aves suplementadas com doses de 125, 250, 500, 1000, 2000 e 4000UI/Kg dieta. Em geral, as aves suplementadas com as maiores doses de vitamina D<sub>3</sub> apresentaram repostas

positivas quanto à produção, eclodibilidade, peso e gravidade específica dos ovos e cinzas da progênie.

## **2.5. Efeitos metabólicos da Vitamina D<sub>3</sub>**

### **2.5.1 Receptores hormonais para vitamina D<sub>3</sub>**

O papel biológico do 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> ocorre através da ligação com receptores específicos localizados em órgãos como intestino, ossos e rins (Norman, 1987; Lesson & Summer, 2001), cólon, glândula paratireóide, pâncreas, pituitária, glândula da casca e membrana corio-alantóide em aves (Norman, 1986). Pesquisas demonstram que presença de receptores para 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> em outros órgãos pode estar relacionada com respostas biológicas ainda não identificadas (Alex et al., 1999; Norman et al.; 1993; Norman, 2006).

A descoberta da proteína ligadora de cálcio (CaBP) pelos pesquisadores Wasserman & Taylor (1966) identificou o papel da vitamina D no organismo. Pesquisas posteriores isolaram e identificaram quatro tipos de proteínas ligadoras de cálcio vitamina D-dependentes, sendo a proteína de peso molecular 28.000 mol (CaBP<sub>28K</sub>) característica das aves (Norman, et al., 1987). A presença desta proteína na mucosa intestinal está diretamente relacionada com a administração de vitamina D<sub>3</sub> ou metabólitos ativos, sendo o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> o maior indutor da proteína (Franceschi & DeLuca, 1980). Aves deficientes em vitamina D<sub>3</sub> não apresentaram CaBP intestinal e, quando presente, sua concentração esteve relacionada com a localização nuclear de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> (Friedlander & Norman, 1977). Segundo Norman et al. (1986), o

duodeno foi o órgão que apresentou maior concentração da proteína, em aves.

Segundo Norman et al. (1987) as CaBP estão localizadas no citosol e na eucromatina nuclear excluindo, desta forma, a localização nos compartimentos citoplasmáticos tais como mitocôndrias, lisossomos e retículo endoplasmático rugoso. Nos tecidos renais, as CaBPs apresentam as mesmas características das proteínas localizadas nas células intestinais, porém estão localizadas nos túbulos distais e túbulos coletores, locais onde ocorre reabsorção de cálcio (Roth et al., 1981). Como as CaBPs não estão associadas com as membranas celulares, pode-se concluir que não estão envolvidas diretamente no transporte trans-membrana dos íons cálcio sugerindo o seu envolvimento no processo relacionado à regulação intracelular dos íons cálcio, e controle da liberação destes íons para a circulação, evitando, desta forma, hipercalcemia (Norman et al., 1987; 1993).

### **2.5.2. Vitamina D<sub>3</sub> e absorção de íons cálcio**

Para desempenhar a resposta biológica que resulta na homeostasia do cálcio, a vitamina D<sub>3</sub> regula e promove a absorção intestinal deste íon através de dois processos distintos, ambos envolvendo o metabólito 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>: a ligação do metabólito com receptores específicos localizados em órgãos alvos; e, através do mecanismo denominado transcaltaquia, onde ocorre o imediato transporte de cálcio através da célula intestinal (Norman, 1990; 2006). Os dois mecanismos são relevantes e diferem entre si pelo tempo decorrido para obtenção da resposta biológica.

#### **2.5.2.1. Ligação esteróide-receptor**

O modo de ação do 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> é similar aos hormônios esteróides



clássicos, isto é, através da regulação da transcrição de genes específicos por meio do mecanismo de ligação entre o esteróide e seu receptor conforme descrito por Norman (1990; 2006). Neste processo, através de proteínas específicas presentes na circulação, o  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  é ligado a elementos de resposta hormonal (Lehninger, 2005). A ligação do complexo com o DNA resulta na transcrição de mRNA e posterior biosíntese da CaBP, ou calbidina<sub>28k</sub>, em aves, fundamental para a resposta biológica do metabólito (Norman, et al., 1990; Lehninger, 2005).

A administração de  $(\text{H}^3)1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  em aves deficientes em vitamina D demonstrou a direta correlação existente entre a ligação de  $(\text{H}^3)1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  nos receptores, transcrição de mRNA para CaBP-D<sub>28k</sub> e a formação do mRNA, dentro de 1-3 e 4-6 horas após a administração do metabólito, respectivamente. A resposta biológica para absorção do cálcio ocorreu 10-12 horas após. Portanto, foi observado que a quantidade de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  localizada nas células intestinais esteve diretamente relacionada com a resposta biológica da CaBP produzida (Henry et al., 1978).

#### **2.5.2.2. Transcaltaquia**

Segundo Norman (1990; 2006), o processo denominado de transcaltaquia ocorre quando, fisiologicamente, o intestino responde rapidamente (5-30 minutos) a baixas concentrações de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  resultando no transporte de cálcio da luz intestinal para o plexo vascular, especialmente na alça duodenal. Este processo é regulado pela concentração de íons cálcio no plexo vascular uma vez que a administração de  $^{45}\text{Ca}^{2+}$ , quando em concentrações plasmáticas normais, não demonstrou efeito vascular de

1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> sobre o transporte de <sup>45</sup>Ca<sup>2+</sup>. Este tipo de retro-alimentação negativa representa um importante mecanismo fisiológico de regulação intestinal da absorção de cálcio pois em circunstâncias hipercalcêmicas, o aumento patológico das concentrações de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> não inicia o processo de transcaltaquia, o qual aumentaria as concentrações já elevadas de cálcio.

### **2.6. Regulação do metabolismo da vitamina D<sub>3</sub>**

A interação entre o paratormônio (PTH), 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, calcitonina e suas ações biológicas sobre o tecido ósseo, intestinal e renal são os responsáveis pela homeostasia do cálcio no organismo (Mundy & Guise, 1999).

A atividade enzimática da 25(OH)D<sub>3</sub>-1α-hidroxilase está diretamente relacionada com a concentração de cálcio presente no sangue. Desta forma, em situações hipocalcêmicas a enzima é estimulada, resultando na produção de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. A normalização dos níveis séricos de cálcio atuam como retro-alimentação negativa, diminuindo a produção renal de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> (Norman, 1990; Mundy & Guise, 1999) através da conversão de 25(OH)D<sub>3</sub> a 24,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> e, posteriormente, a 1,24,25 trihidroxyD<sub>3</sub> (Leeson & Summers, 2001).

Por outro lado, a hipercalcemia inibe a secreção do paratormônio, reabsorção de cálcio a nível renal e ósseo e síntese de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> (Reece & Swenson, 1996; Leeson & Summers, 2001). Neste caso, ocorre a secreção do hormônio calcitonina, produzido pelas glândulas ultimobranquiais em aves e cuja ação é a inibição da reabsorção óssea (Reece & Swenson, 1996).

A regulação renal da produção de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> também está

relacionada com o status de vitamina D<sub>3</sub> no animal/tecido ou o próprio 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> (Norman, 1986). Booth et al. (1984) avaliaram a atividade da enzima renal 25(OH)D<sub>3</sub>-1 $\alpha$ hidroxilase em relação ao status de vitamina D<sub>3</sub> e a presença do PTH em aves. Iniciado o período sem suplementação de vitD (às 3 semanas de idade) a atividade da enzima aumentou significativamente aos 5 dias e triplicou aos 10, antes de ocorrer alteração na concentração plasmática de cálcio e fósforo. A hipocalcemia ocorreu após 15 dias sem suplementação de vitamina D<sub>3</sub>. A administração de PTH em aves sem suplementação de vitamina D<sub>3</sub> proporcionou maior aumento da atividade enzimática em relação às aves somente vitamina D<sub>3</sub> deficiente. A enzima 1 $\alpha$ hidroxilase apresentou atividade basal (mínima), portanto, baixa sensibilidade à ação do PTH em condições metabólicas normais. Por outro lado, a deficiência de vitamina D<sub>3</sub> aumentou a atividade basal e sensibilidade da enzima ao hormônio, mesmo em concentrações normais de cálcio e fósforo. Também foi concluído que a ação do hormônio ocorre até certo nível de hipocalcemia já que a administração deste, 15 dias após a não suplementação de vitamina, não resultou em aumento da atividade enzimática 1 $\alpha$ hidroxilase.

Este mecanismo de regulação da enzima renal 1 $\alpha$ hidroxilase também foi observado por Yarger et al. (1995b), de forma que doses elevadas de 25(OH)D<sub>3</sub> (de 207 a 690 $\mu$ g/kg dieta) aumentaram a concentração plasmática do 25(OH)D<sub>3</sub>, porém este não foi acompanhado pelo aumento de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. De forma contrária, aves recebendo doses normais (69 $\mu$ g/kg dieta) apresentaram maiores concentrações de 1,25OHD<sub>3</sub>.

## 2.7. Toxicidade da vitamina D<sub>3</sub> e metabólitos

Doses elevadas de vitamina D (10.000 e 50.000 UI/kg ração durante 60 e 20 dias, respectivamente) estão associadas com calcificação dos túbulos renais (Leeson & Summer, 2001). A dose tóxica é 250 vezes maior do que a dose de exigência para colecalciferol e 5-10 vezes para 25(OH)D<sub>3</sub> (Baker et al., 1998).

Doses elevadas de vitamina D estão associadas com a anômala deposição de pequenas massas brancas de cálcio sobre a superfície da casca as quais podem provocar alterações na sua qualidade (Goodson-Williams et al., 1987). Terry et al. (1999) demonstraram que a suplementação de 25(OH)D<sub>3</sub> é segura na dosagem de 82,5 µg/kg dieta. O estudo comparou o efeito da suplementação de 68,9 µg/kg de vitamina D<sub>3</sub> ou 25(OH)D<sub>3</sub>, nas doses de 41,25; 82,5; 412,5 ou 825 de µg/kg ração. Não foram encontradas lesões patológicas e histológicas ao final de 224 dias nas doses avaliadas. A concentração de 25(OH)D<sub>3</sub> nos cortes comerciais foi similar às aves recebendo 82,5µg/kg de D<sub>3</sub> ou 25(OH)D<sub>3</sub> aos 112 dias de idade. O nível de 825 µg/kg acarretou toxicidade para o desempenho, porém não ocorreu mortalidade. O nível de 412,5 foi a dose limiar de toxicidade enquanto o nível de 82,5 não induziu toxicidade.

Em experimento realizado com frangos, Yarger et al. (1995a) avaliaram a segurança do 25(OH)D<sub>3</sub> como fonte de colecalciferol. Neste estudo a suplementação de 25(OH)D<sub>3</sub> em concentrações de 1 a 200 vezes acima da dose recomendada (69, 207 e 690 µg/kg dieta) resultou em aumento na concentração sérica de 25(OH)D<sub>3</sub> de 13,3 para 42,5 ng/mL para aves recebendo 69µg/kg de D<sub>3</sub> e 25(OH)D<sub>3</sub>, respectivamente. Houve maior

concentração plasmática e tecidual de 25(OH)D<sub>3</sub> à medida que as doses deste aumentaram, porém mesmo no maior nível dietético de 25(OH)D<sub>3</sub> a sua concentração tecidual foi menor em comparação à plasmática. A concentração de 25(OH)D<sub>3</sub> no peito, perna e pele foram menores em aves recebendo D<sub>3</sub> em comparação às aves recebendo a mesma ou maior dose de 25(OH)D<sub>3</sub>. As concentrações de 25(OH)D<sub>3</sub> no peito foram menores quando comparadas com a pele sendo esta resposta justificada pela menor quantidade de gordura presente no peito. Em doses de 69, 690, 3450, 6900, 13800 µg/kg ração a partir de vitamina D<sub>3</sub> e 25(OH)D<sub>3</sub>, que correspondem a 1, 10, 50, 100 e 200 vezes a dose recomendada, as aves apresentaram calcificação renal a partir de 50 vezes a dose, mas apenas para 25(OH)D<sub>3</sub>. Desta forma, foi concluído que a suplementação com 25(OH)D<sub>3</sub> apresenta maior toxicidade quando comparado com vitamina D<sub>3</sub>.

### **2.8. Vitamina D<sub>3</sub> e desempenho de reprodutoras pesadas**

A busca pelo conhecimento sobre a utilização dos metabólitos da vitamina D<sub>3</sub> na dieta de matrizes vêm sendo motivo de pesquisa há muitos anos (McLoughlin & Soares, 1976; Cohen et al., 1978; Stevens & Blair, 1987; Atencio et al., 2005b; Atencio et al., 2006).

McLoughlin & Soares (1976) demonstraram que a suplementação de 600UI 25(OH)D<sub>3</sub> /kg dieta em combinação com farelo de ostra como fonte de cálcio, em galinhas White Leghorn de 62 semanas de idade, resultou em melhor espessura de casca quando comparada às aves suplementadas com 600 UI D<sub>3</sub> /kg dieta + calcário. O mesmo resultado foi obtido às 72 semanas de

idade, porém sem diferença entre as fontes de cálcio. No mesmo experimento a dose de 300 ou 600UI 25(OH) D<sub>3</sub> /kg dieta combinado com farinha de ostra resultou em maior produção de ovos quando comparado às poedeiras recebendo 600 ou 300 UI de vitamina D<sub>3</sub> associadas com calcário ou farinha de ostras. Os autores concluíram que à medida que as poedeiras envelhecem, a utilização do cálcio alimentar é mais eficientemente utilizado quando 25(OH)D<sub>3</sub> é suplementado na dieta.

A literatura relata que o declínio da qualidade da casca observada em idades mais avançadas é resultado da menor capacidade das aves produzirem 1,25(H)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> devido à menor hidroxilação do colecalciferol a 25(OH) D<sub>3</sub>, via hepática (Soares et al., 1976), e/ou menor hidroxilação renal deste para originar 1,25(H)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> (Stevens & Blair, 1987).

Porém poedeiras Hyline W36 (53-65 semanas de idade) não apresentaram melhora na qualidade da casca quando as aves foram suplementadas com 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> ou 1 $\alpha$ (OH)D<sub>3</sub> em doses crescentes (0; 0,75; 1,50; 3,00; e 4,4  $\mu$ g/kg ração) associadas a uma dieta basal contendo 2200 UI/kg vitD<sub>3</sub>. Em um segundo experimento fatorial, com quatro níveis de vitamina D<sub>3</sub> (0; 500; 1000; 1500 ICU vitD<sub>3</sub>/kg ração) e três níveis de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> (0; 0,5 e 1,0  $\mu$ g/kg ração) nas mesmas poedeiras, no período compreendido das 65-75 semanas de idade, foi observado que o aumento de vitamina D<sub>3</sub> e a suplementação do 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> aumentaram a produção e qualidade dos ovos. O experimento permite concluir que a suplementação de baixos níveis de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> suporta a produção normal de ovos e que poedeiras são capazes de obter 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> através do metabolismo da

vitamina D<sub>3</sub> obtida de diversas fontes, quando suplementada em quantidade suficiente (Frost et al., 1990). Porém, a utilização deste em poedeiras White Leghorn x Rhode Island Red não proporcionou melhora na qualidade da casca, quando comparado com aves recebendo vitamina D<sub>3</sub>, apesar de ocorrer melhora na absorção de cálcio em aves suplementadas com 1 $\alpha$ OHD<sub>3</sub>. Desta forma, a formação da casca não foi alterada pelo aumento da disponibilidade de cálcio oriundo do intestino, sendo o excesso depositado nos ossos ou excretado via renal (Cohen et al, 1978). É importante salientar, entretanto, que a dieta basal continha quantidade adequada de vitamina D<sub>3</sub>.

Contrário aos resultados obtidos pelos pesquisadores acima citados, McLoughlin e Soares (1976) concluíram que quando os ovos provenientes de matrizes alimentadas com 25(OH)D<sub>3</sub> foram submetidos a procedimentos de manejo tais como lavagem e classificação, foram evidenciadas menores perdas por quebra ou trincagem quando comparado aos ovos provenientes de matrizes recebendo vitamina D<sub>3</sub>.

Segundo Atencio et al. (2006), os níveis de 1424 e 2804 UI/kg de vitamina D<sub>3</sub> foram necessários para a produção diária de ovos/ave durante o período de pico e pós-pico, respectivamente. Os níveis preditos para eclodibilidade máxima foram de 1390 (pico) e 2708 UI/kg (pós-pico) assim como o nível de 1288UI/kg (pico) resultou em menor mortalidade embrionária de primeira semana. A quantidade necessária para menor mortalidade embrionária de segunda e terceira semana (pico e pós-pico) foram, respectivamente, 1130 kg (pico), 2568 UI/kg (pós-pico); e, 1393 UI/kg (pico) e 2756 UI/kg (pós-pico).

A utilização de vitamina D<sub>3</sub> e metabólitos na dieta de reprodutoras também foi associado com a melhor performance dos pintos após eclosão (Bethke et al., 1936), menor incidência de problemas locomotores da progênie (Driver et al., 2006,) e maior peso da tíbia ao final do ciclo de produção (Frost et al., 1990).

Atencio et al. (2005) relatam que os níveis de vitamina D<sub>3</sub> suplementados às matrizes reprodutoras Ross x Ross estão relacionados com o aumento de peso da progênie sendo que as dosagens máximas suplementadas foram 2000 ou 4000 UI/kg de VitD<sub>3</sub>. De forma similar, pintos provenientes de matrizes Ross x Ross recebendo dieta com nível normal de vitamina D<sub>3</sub> (2000 UI/kg dieta), às 53 e 64 semanas de idade, quando arraçados com dieta indutora de discondroplasia tibial (TD), apresentaram maior ganho de peso aos 16 dias e menor incidência de lesões de TD quando comparados aos pintos provenientes dos grupos alimentados com níveis sub-ótimos (Driver et al., 2006).

### **2.8.1. Efeitos sobre a produção e qualidade de ovos**

A casca está diretamente envolvida no processo de mineralização esquelética e troca de gases que ocorrem durante o desenvolvimento do embrião, além de auxiliar como estrutura protetora a agentes externos e microorganismos (Freeman & Vince, 1974; Nys, et al., 2004). É constituída por 90% de minerais dos quais 98% são cálcio, na forma de carbonato de cálcio. Sua formação ocorre em aproximadamente 20 horas, tempo em que o ovo permanece na glândula da casca. Desta forma, o cálcio vindo do alimento e o íon carbonato originado do CO<sub>2</sub> produzido pelo metabolismo da ave formam o



carbonato de cálcio que será depositado sobre a matriz orgânica (Simkiss, 1968).

A suplementação de diversas fontes de vitamina D<sub>3</sub> em dietas de matrizes e a subsequente melhora na qualidade da casca, vêm sendo há muitos anos pesquisada (McLoughlin & Soares, 1975; Roland & Harms, 1976; Abdulrahim, et al., 1978; Choen, et al., 1978; Hamilton, 1980; Shen. et al., 1981; Shen et al., 1982; Stevens & Blair, 1983; Keskavarz, 2003). De uma forma geral, 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> induz a deposição de cálcio na casca do ovo através da ativação da CaBP presente na glândula da casca (Carradino et al., 1968). Diversos experimentos demonstram a similaridade entre a CaBP intestinal e a proteína presente na glândula da casca (Fullner et al., 1976; Bar et al., 1991; Bar et al., 1992) e porção final do istmo (Wasserman, et al., 1991). A transcrição de mRNA para CaBP na mucosa da glândula da casca está diretamente associada com o período de deposição de cálcio sobre a casca do ovo sendo que, desta forma, no momento da oviposição, a transcrição de mRNA para CaBP está inibida (Bar et al., 1992). Segundo Cohen et al. (1978) a suplementação com vitamina D<sub>3</sub>, 25(OH)D<sub>3</sub> ou 1α(OH)D<sub>3</sub> como fonte de vitamina D não alteram a atividade desta proteína na glândula da casca, não modificando, desta forma, o transporte de cálcio.

Segundo Shen et al. (1981), a produção e qualidade dos ovos são as medidas sensíveis mais eficientes sobre o status da vitamina D<sub>3</sub> no organismo, em poedeiras. Aves sem suplementação apresentaram queda da produção e alteração na qualidade da casca, duas e quatro semanas, respectivamente, após iniciado o período sem suplementação. A posterior

suplementação destas aves com 500 UI/kg dieta de vitamina D<sub>3</sub> normalizou a produção e qualidade dos ovos. Aves suplementadas com 125 UI/kg D<sub>3</sub> apresentaram níveis de produção inferiores quando comparadas às aves recebendo 500 UI/kg D<sub>3</sub>.

Shen et al. (1982) observaram que aves com 59 semanas de idade, sem suplementação de vitamina D<sub>3</sub>, apresentaram queda da produção de ovos a partir da terceira semana. A qualidade da casca, mensurada através da produção de ovos sem casca, deformados, ou casca fina, foi observada simultaneamente com a queda da produção, porém de forma mais evidente a partir do décimo dia. Os autores concluíram que as aves velhas toleraram a deficiência de vitamina D<sub>3</sub> por um período maior devido à utilização de suas reservas, já que as aves utilizadas neste experimento foram oriundas de estudos prévios com vitamina D (Shen, et al., 1981).

### **2.8.2. Desenvolvimento embrionário**

A deposição de colecalciferol na gema é realizada através de uma proteína específica denominada proteína ligadora de colecalciferol. Concomitantemente com a liberação dos precursores da gema do fígado para o ovário, via sangüínea, esta proteína forma um complexo com a proteína da gema, fosvitina, os quais são, posteriormente, incorporados na gema através das células tecais do folículo ovariano (Fraser & Emtage, 1976).

Segundo Mattila et al. (1999) existe correlação positiva entre a quantidade de vitamina D<sub>3</sub> suplementada à dieta da matriz e o conteúdo desta e de 25(OH)D<sub>3</sub> encontrados na gema. Para os níveis testados de 26,6 (1064 UI); 62,4 (2496 UI) e 216 (8640UI) µg/kg de dieta, o aumento de 26,6 para 62,4

$\mu\text{g}/\text{kg}$  na dieta duplicou o conteúdo de colecalciferol e  $25(\text{OH})\text{D}_3$  na gema. Quando a inclusão aumentou de 62,4 para 216  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , o conteúdo de colecalciferol aumentou em 7,0 vezes e 1,5 vezes para  $25(\text{OH})\text{D}_3$ .

O conteúdo de vitamina  $\text{D}_3$  no ovo é fundamental para o metabolismo do cálcio que corre no embrião em desenvolvimento (Bethke et al., 1936). A gema, o albúmem e a casca possuem, respectivamente, 28,5 mg, 3,5mg e 5 g de cálcio que vão disponibilizar ao embrião cerca de 125 mg no momento da eclosão (Freeman & Vince, 1974); desta forma o embrião utiliza o cálcio da casca do ovo para o desenvolvimento (Ramanoff, 1967).

Fisiologicamente, a mineralização do osso é iniciada no 8º dia de incubação, pela solubilização do cálcio presente na gema (Freeman & Vince, 1974). Com o desenvolvimento da membrana cório-alantóide aos 12-14 dias, o cálcio da casca passa a ser solubilizado e transportado ao embrião (Tuan et al., 1986) através de células ectodérmicas especializadas presentes na superfície desta membrana (Gabrielli et al., 2001). O transporte ocorre através da ativação de três proteínas: a CaBP,  $\text{Ca}^{2+}$  ATP-ase e anidrase carbônica (Tuan et al., 1986; Akins & Tuan, 1993a; Akins & Tuan, 1993b; Gabrielli et al., 2001). A expressão da CaBP está diretamente associada com a absorção do cálcio da casca e deposição deste no embrião (Tuan & Scott, 1977) e com a atividade da anidrase carbônica (Tuan & Zrike, 1978). Por esta razão, embriões incubados a partir de ovos sem casca apresentaram severa hipocalcemia e alta mortalidade até o 19º dia de incubação (Turner et al., 1987).

A ação da vitamina  $\text{D}_3$  e seus metabólitos na membrana cório-alantóide ocorre devido à presença de receptores para  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  (Narbaitz

et al., 1980), os quais ativam a enzima anidrase carbônica que é a responsável pela acidificação do carbonato de cálcio da casca (Elaroussi et al., 1994; Gabrielli et al., 2001). Segundo Elaroussi et al. (1994), a administração de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ , em ovos de codorna deficientes em vitamina  $\text{D}_3$ , foi associado com o aumento concomitante do conteúdo de cálcio no corpo do embrião e gema e atividade desta enzima. Quando a atividade da enzima foi inibida, pela administração de acetazolamida, os embriões apresentaram hipocalcemia, hiperfosfatemia (Elaroussi et al., 1994) e menor conteúdo de cálcio na gema aos 16 e 18 dias de incubação (Packard & Lohmiller, 2002).

Pesquisas demonstram que, quando suplementado como única fonte de vitamina  $\text{D}_3$ ,  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  não é transferido da matriz para o ovo (Narbaitz & Tolnai, 1978; Narbaitz & Fragiskos, 1984; Narbaitz et al., 1987; Sunde et al., 1978; Ameenuddin et al., 1982; Hart et al., 1986; DeLuca, 1985). Desta forma, matrizes recebendo  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  produziram ovos que não eclodiram (Hart et al. 1986) e/ou apresentaram baixa eclosão associada à elevada mortalidade na terceira semana (Sunde et al., 1978; Ameenuddin et al., 1982; Hart et al., 1986; DeLuca, 1985). Também foram observadas hipocalcemia, hiperfosfatemia e baixa relação cinzas/peso seco na tibia (Narbaitz & Tolnai, 1978; Narbaitz & Fragiskos, 1984; Narbaitz et al., 1987), porém a inoculação de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  aos 14 dias normalizou a concentração de cálcio e fósforo (Narbaitz et al., 1987). Alterações semelhantes foram encontradas com matrizes suplementadas com  $24,24\text{-F}_2\text{-}25(\text{OH})\text{D}_3$  (Hart & DeLuca, 1985).

Aos 17 dias de incubação embriões deficientes em vitamina  $\text{D}_3$

apresentaram fragilidade no bico e alterações histológicas ósseas (Narbaitz & Sang, 1989). A inoculação de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ,  $25(\text{OH})\text{D}_3$  e  $24,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  aos 14 dias em embriões deficientes aumentou a eclosão para valores acima de 80% e reverteu as alterações ósseas observadas ao 17º dia, comprovando a relação existente entre mineralização óssea e vitamina D (Narbaitz et al.; 1987; Narbaitz & Tsang, 1989). De maneira similar, embriões de perus, provenientes de matrizes recebendo vitamina  $\text{D}_3$  na dose de 300 UI/kg dieta, apresentaram malformações no bico e mandíbula na quarta semana de incubação, em comparação com os embriões provenientes dos tratamentos suplementados com 900 ou 2700 UI/kg dieta de vitamina  $\text{D}_3$  (Stevens & Blair, 1984).

Narbaitz & Tsang (1989) descreveram as alterações de posicionamento durante o estágio pré-eclosão em embriões provenientes de matrizes suplementadas com vitamina  $\text{D}_3$  (controle) ou  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ . Aos 18 dias, os embriões do grupo controle apresentaram posição pré-eclosão correta, ou seja, cabeça embaixo da asa direita e bico em contato com a membrana interna da câmara de ar (Freeman & Vince, 1974). Em contraste, embriões deficientes em vitamina  $\text{D}_3$  apresentaram posição inversa, isto é, a cabeça orientada para a região final do ovo. Aos 19 dias, do grupo controle, 93% dos embriões apresentaram posição pré-eclosão e, destes, 5% apresentaram respiração pulmonar. Por outro lado, apenas 15% dos embriões deficientes apresentaram posicionamento correto e a maioria manteve a cabeça orientada para a região final do ovo. Aos 20 dias, o grupo controle apresentou 33% de eclosão e 38% bicaram a casca, enquanto que, em embriões vitamina D deficientes, os índices foram de 5% de eclosão e 7% bicaram a casca. A

quebra dos ovos demonstrou que nesta idade os embriões deficientes estavam mortos e posicionados com a cabeça orientada para a parte final do ovo e apresentaram edema e hemorragia subcutânea na região da cabeça e pescoço. A incapacidade dos embriões para completar os movimentos necessários para entrar em contato com a câmara de ar e iniciar a respiração pulmonar foi justificado pelo menor peso ósseo e muscular por eles apresentados.

Por outro lado, a injeção de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  no saco da gema de embriões de 15 dias demonstrou que o excesso de vitamina  $\text{D}_3$  também está relacionado com alterações embriológicas. A análise da tíbia dos embriões aos 17 dias evidenciou menor conteúdo de cinzas, menor comprimento e peso, e alterações histológicas em relação ao grupo controle (Narbaitz & Tolnai, 1978). A hipercalcemia acompanhada de hipofosfatemia indicou atividade da vitamina somente sobre a casca, a qual não é composta por fosfato, excluindo, desta forma, sua ação sobre os ossos e gema, a partir dos quais fosfato e cálcio poderiam ser absorvidos juntos (Narbaitz & Tolnai, 1978; Narbaitz & Fragiskos, 1984).

Em relação à produção de  $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  pelos embriões, Ramanof (1967) descreveu três tipos de tecidos renais desenvolvidos durante o período embrionário: pró-néfrons, os quais não são funcionais; mesonéfrons os quais são rins intermediários e funcionais até o 10º dia de incubação; e, os metanéfrons os quais são desenvolvidos aos 10 dias e representam o tecido renal definitivo. Kubota et al. (1981) demonstraram que, *in vitro*, os metanéfrons são capazes de produzir  $1\alpha,25(\text{OH})_2(^3\text{H})\text{D}_3$  e  $24,25(\text{OH})_2(^3\text{H})\text{D}_3$  a partir de 25

(OH)(<sup>3</sup>H)D<sub>3</sub>. A produção de 1 $\alpha$ 25(OH<sub>2</sub>)D<sub>3</sub> foi iniciada aos 16 e foi máxima aos 19 dias pelos metanéfrons e aos oito dias pelos mesonéfrons. A atividade das enzimas 1 $\alpha$  e 24 $\alpha$ hidroxilase apresentaram atividade após os 14 dias, concomitante com a produção de 1 $\alpha$  25(OH<sub>2</sub>) (<sup>3</sup>H)D<sub>3</sub> e 24,25(OH<sub>2</sub>)(<sup>3</sup>H)D<sub>3</sub>. Turner et al. (1987) comprovaram *in vivo* a atividade das enzimas 1 $\alpha$ 25(OH<sub>2</sub>)D<sub>3</sub> e 24,25D<sub>3</sub> hidroxilase em embriões incubados com a presença/ausência de casca. Os pesquisadores observaram aumento da atividade da enzima 1 $\alpha$ 25(OH<sub>2</sub>)D<sub>3</sub> aos 12<sup>o</sup> dias e pico aos 17<sup>o</sup> dias e em contraste, decréscimo da atividade enzimática em embriões criados sem a casca no mesmo período. A concentração plasmática de cálcio coincidiu proporcionalmente com a atividade da enzima, sendo que os embriões criados sem a casca apresentaram severa deficiência de cálcio e sobreviveram até o 19<sup>o</sup> dia de incubação. A atividade da enzima 25(OH)D<sub>3</sub>1 $\alpha$ hidroxilase em embriões criados sem casca resultou em deficiência de cálcio e aumento da sua atividade enzimática além de maior circulação de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Desempenho e Características de produção das reprodutoras pesadas**

##### **3.1.1. Local e período**

O experimento foi conduzido no aviário de reprodutoras da Estação Experimental Agronômica, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada na cidade de Eldorado do Sul Estado do Rio Grande do Sul. O experimento teve início no dia 9 de Maio de 2006 e finalizou no dia 1 de Abril de 2007.

##### **3.1.2. Instalações e Equipamentos**

O aviário experimental possui área total de 300 m<sup>2</sup> sendo 30m de comprimento e 10 m de largura. Possui 4,13 m de altura, pé direito de 2,3 m e muretas laterais de 30 cm além de beiral com 1,5 metros. O aviário é coberto por telhas de fibro-cimento, apresenta cortinado lateral duplo de cor amarela, não transparente e impermeável, três sistemas de exaustores e quatro linhas de nebulização, todos acionados de forma manual.

Internamente, o aviário é composto por uma sala de ovos cujas dimensões são 5,80 x 9,90 metros onde ocorre a classificação e armazenamento dos ovos coletados.

A área experimental é composta por 32 boxes distribuídos em



quatro linhas de 8 boxes cada, sendo duas linhas laterais juntas às muretas e separadas das linhas centrais através de dois corredores, um em cada lado. O teto do aviário é forrado com cortinas amarelas, não transparentes e impermeáveis. Cada unidade experimental possui 2,5 x 2,0 x 2,20 (largura, comprimento e altura, respectivamente). Acima de cada boxe há um cercado de arame de 0,35 m de altura de forma a prevenir a troca de galinhas entre boxes. Os comedouros das fêmeas são do tipo calha com 1,5 m de comprimento, 10 cm largura e apresenta grades com 5 cm de espaço para cada ave. Os machos são arraçoados com comedouros tipo calha com extensão de 40 cm de comprimento e 10 cm de largura, sem grade.

Nos períodos entre arraçoamentos os comedouros são mantidos suspensos por meio de cabos de aço sendo o manejo da altura destes regulado através de catracas localizadas na parte inicial do aviário. Cada linha de boxes (total de 4 linhas) possui dois cabos de aço central, um para os comedouros das fêmeas e outro para o comedouro dos machos, de forma que os comedouros dos diferentes sexos estão a eles conectados.

A unidade experimental possui um ninho de madeira constituído de dois andares e 4 bocas/andar em um total de 8 bocas/ninho ou 2,5 aves/ninho. Cada ninho possui 1m de largura, 66 cm e 47 cm de profundidade (36 e 17 cm de puleiro para o primeiro e segundo andares, respectivamente), e 1,60 m de altura. Cada boca de ninho possui 25 x 30 cm de altura x largura e 30 cm de profundidade.

O aviário possui quatro caixas d'água de fibro-cimento com capacidade para 1000 litros de água, cada uma, e uma caixa d'água de mesmo

material, porém com 50 litros de capacidade utilizada para a realização de vacinas. As aves recebem água através do sistema nipple, sendo 3 nipples/box ou 7,3 aves/nipple.

### **3.1.3. Aves**

Foram utilizadas 650 matrizes reprodutoras e 72 machos reprodutores da linhagem Cobb 500 durante o período compreendido das 32 às 67 semanas de idade das aves.

### **3.1.4. Tratamentos experimentais**

Os tratamentos foram constituídos de duas fontes de vitamina D<sub>3</sub>, colecalciferol e 25(OH)D<sub>3</sub>. Para a avaliação de 25(OH)D<sub>3</sub> foi suplementada a dose de 35 ou 69 µg/ton de 25(OH)D<sub>3</sub> associada à dose de 2000UI da vitamina D<sub>3</sub>. Os outros tratamentos avaliaram a suplementação das doses 2000 e 3400 UI de vitamina D<sub>3</sub>, como única fonte da vitamina (Tabela 1). As suplementações procuraram seguir as recomendações das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2005). Na Tabela 2, encontra-se a análise de vitamina D<sub>3</sub> das dietas experimentais.

### **3.1.5. Preparo das dietas experimentais**

A ração basal e os premixes vitamínicos e minerais foram obtidos de uma empresa comercial. A ração basal foi baseada em milho, farelo de soja, fontes de cálcio e fósforo, aminoácidos sintéticos e sem a inclusão de premixes vitamínicos e minerais (Tabela 3).

TABELA 1. Descrição dos tratamentos experimentais.

Tratamentos	Descrição	Total UI Vitamina D3
T1	Suplementação de 2.000 UI/kg ração vitamina D <sub>3</sub> .	2.000 UI
T2	Suplementação de 3.400 UI/kg ração vitamina D <sub>3</sub> .	3.400 UI
T3	35 µg/ton de 25(OH)D <sub>3</sub> + 2.000 UI/kg ração de vitamina D <sub>3</sub> .	3.400 UI
T4	69 µg/ton de 25(OH)D <sub>3</sub> + 2.000 UI/kg ração de vitamina D <sub>3</sub> .	4.760 UI

TABELA 2. Análise de vitamina D<sub>3</sub> das dietas experimentais<sup>1</sup>.

Tratamento	Fonte e dose de vitamina D <sub>3</sub>	Resultado	Resultado	Unidade
		13/07/2006	18/10/2006	
1	0 - 25(OH)D <sub>3</sub>	-	-	mcg/kg
	2000 D <sub>3</sub>	1700	2770	UI/kg
2	0 - 25(OH)D <sub>3</sub>	-	-	mcg/kg
	3400 D <sub>3</sub>	2000	3580	UI/kg
3	35 - 25(OH)D <sub>3</sub>	34,9	50	mcg/kg
	2000D <sub>3</sub>	1800	1600	UI/kg
4	69 - 25(OH)D <sub>3</sub>	77,6	83,9	mcg/kg
	2000D <sub>3</sub>	1700	2360	UI/kg

<sup>1</sup>Análises realizadas pela empresa DSM Analytical Research Center (ARC) P.O .Box 3255, CH-4002 Basel, Switzerland.

As dietas experimentais foram produzidas na fábrica de rações do Laboratório de Ensino Zootécnico Dr. Geraldo Velloso Nunes Vieira (LEZO) localizado nas dependências da Faculdade de Agronomia da UFRGS através da adição de 0,15% de premix vitamínico, correspondente ao tratamento, à ração basal.

Para o preparo das dietas experimentais foi utilizado misturador horizontal helicoidal com capacidade para 500kg, balança com capacidade para 100kg e divisão de 0,02kg, carga mínima de 0,5kg. Para a pesagem dos mixes vitamínicos e minerais foi utilizada balança de precisão com capacidade para 2,5kg e divisão de 0,5g. O preparo das dietas experimentais foi realizado a cada 15 dias na quantidade de 400kg/tratamento. As Tabelas 3

e 4 apresentam, respectivamente, a composição da ração basal e a composição dos premixes vitamínicos e mineral.

### **3.1.6. Arraçamento e controle do peso corporal**

As aves foram arraçadas diariamente às 8:00 horas da manhã. A ração diária foi calculada tendo como base o número de fêmeas/box e a quantidade em gramas a ser fornecida conforme a semana. Na Tabela 5 encontra-se a quantidade de ração fornecida ao longo das semanas de produção. Para os machos, as quantidades de ração foram determinadas com base no peso corporal e energia metabolizável preconizada conforme as recomendações do manual da linhagem (Cobb, 2003).

Em relação às fêmeas, a quantidade de ração calculada foi baseada no peso corporal e energia metabolizável até as mesmas atingirem 5% de produção de ovos. Posteriormente, a quantidade de ração foi calculada de acordo com a porcentagem diária de ovos por galinha a qual foi obtida através da soma total de ovos produzidos/dia dividida pelo número total de aves, multiplicado por 100, conforme as recomendações do manual da linhagem (Cobb, 2003). Não houve restrição de água durante todo o período experimental.

Para obtenção dos pesos de cada unidade experimental foi tomado como base a média do peso corporal de 100% das aves pesadas a cada quatro semanas.

TABELA 3. Composição da ração basal comercial fornecida às reprodutoras pesadas das 23 às 67 semanas de idade.

<b>Ingredientes</b>	<b>Inclusão, %</b>
Milho	57,60
Farelo de soja	20,70
Farelo de trigo	9,900
Óleo de soja	2,002
Farelo de ostras	3,500
Calcário calcítico	2,854
Fosfato bicálcico	1,790
Sal comum	0,142
Bicarbonato de sódio 99%	0,342
Carbonato de potássio 98%	0,122
DL-Methionina 99%	0,370
L-Threonina 98%	0,560
Cloreto de colina 60%	0,096
Aditivos	0,488
<b>Nutrientes e energia, %</b>	
EMAn, kcal/kg	2.800
Matéria seca	87,60
Umidade	11,91
Proteína bruta	15,88
Lisina	0,69
Metionina	0,37
Cistina	0,24
Metionina+ cisteína	0,60
Treonina	0,56
Triptofano	0,16
Arginina	0,94
Histidina	0,39
Isoleucina	0,58
Leucina	1,24
Fenilalanina	0,70
Fenilalanina +tirosina	1,21
Valina	0,66
Ca	2,90
P disponível	0,45
Na	0,17
Cl	0,15
K	0,77
DEB, mEq/kg	230
Fibra bruta	2,94
Extrato etéreo	5,25
Acido linoléico	2,50
Colina mg/kg	1.500

\*Aditivos: BMD (11%), Aurfofac20, Euromold52 plus, Eurotox pó, Bionit.

TABELA 4. Composição de vitamina e minerais dos tratamentos experimentais<sup>1</sup>.

Nutriente	
<b>Composição do premix vitamínico</b>	
Vitamina A, UI	12.000
Vitamina E, mg	100
Vitamina K3, mg	5
Vitamina B1, mg	3
Vitamina B2, mg	12
Vitamina B6, mg	4
Vitamina B12, mg	0,04
Niacina, mg	55
Ácido pantotênico, mg	15
Ácido fólico, mg	2
Biotina, mg	2,5
Selênio, mg	0,25
<b>Composição do premix mineral, mg</b>	
Manganês	160
Ferro	100
Zinco	100
Cobre	20
Cobalto	2
Iodo	2

<sup>1</sup> Quantidade por kg de ração.

Vitamina D<sub>3</sub>: 2000 UI (T1), 3400 UI (T2), 2000 UI (T3), 2000UI (T4).

25(OH)D<sub>3</sub>: 35µg (T3), 69 µg (T4).

Fonte mineral: óxido de manganês, sulfato ferroso, óxido de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio

Tabela 5. Controle da alimentação das reprodutoras pesadas ao longo do ciclo de produção.

Semanas	% Produção	Ração fornecida (gramas)
23	-	110,5
24	-	125
25	-	128
26	11,38	131
27	44,16	141
28	68,58	156
29	74,52	167
30	51,54	167
31	64,58	167
32	83,84	167
33	82,33	165
34	80,79	165
35	80,65	164
36	76,63	164
37	72,57	163
38	75,32	162
39	77,23	162
40	78,27	161
41	76,80	160
42	75,52	160
43	74,29	158
44	72,12	158
45	72,31	158
46	70,72	158
47	66,97	157
48	67,07	157
49	68,22	156
50	65,09	156
51	64,07	155
52	64,54	155
53	61,38	154
54	61,58	154
55	63,15	153
56	61,36	153
57	61,22	152
58	57,64	152
59	58,28	151
60	57,72	151
61	57,17	150
62	54,72	149
63	55,05	148
64	56,19	147
65	53,53	146
66	52,89	146
67	52,77	146

### **3.1.7. Controle da temperatura ambiental**

O controle da temperatura ambiental foi realizado por monitoramento da temperatura externa e interna através de termômetro digital. As condições ambientais foram mantidas através do manejo do cortinado duplo lateral de forma a otimizar a ventilação natural. Porém, em situações extremas de temperatura, foi utilizado o sistema de ventilação tipo túnel através do fechamento de ambos cortinados laterais, abertura das cortinas de entradas e acionamento dos exaustores. Em situações em que a temperatura do ar foi superior a 28°C o sistema de nebulização foi acionado de forma a proporcionar o resfriamento do ar.

### **3.1.8. Manejo experimental para coleta dos ovos**

Diariamente, foram realizadas quatro coletas de ovos entre o período da manhã e tarde. Os ovos coletados foram armazenados em bandejas plásticas previamente identificadas conforme a cor do tratamento correspondente e etiquetas contendo o número do tratamento/repetição/Box experimental. O número de ovos coletados, presença de ovos com alteração na qualidade da casca (trincas, micro-trincas, ovos com casca muito fina ou sem casca, gema dupla ou ovos quebrados) e ovos de cama foram registrados em planilhas de controle de produção localizadas em cada box. A porcentagem de produção de ovos semanal e produção semanal de ovos incubáveis e quebrados foram calculados através do quociente entre o número total de ovos produzidos na semana e o somatório diário do número de aves existentes em cada unidade experimental ao longo da semana de produção (produção ave/dia), multiplicada por 100. O número de ovos totais e incubáveis



produzidos por ave alojada foram calculados através do somatório total de ovos produzidos ao longo das semanas 32 – 67, dividido pelo somatório diário do número de aves existentes em cada unidade experimental na semana 32. Os ovos incubáveis foram obtidos através da diferença entre o número total de ovos e o número total de ovos defeituosos produzidos ao longo da semana.

Ovos defeituosos foram considerados aqueles que apresentaram a casca trincada, micro-trincas, sem casca, casca fina e/ou alterações na sua forma. Os ovos com duas gemas não foram considerados como ovos defeituosos e não foram contabilizados no percentual de produção total de ovos incubáveis. Para diminuir a contaminação dos ovos, semanalmente, foi administrado 10g paraformaldeído em pó na cama dos ninhos.

### **3.1.9. Peso do ovo e gravidade específica**

Para avaliar o peso do ovo e a gravidade específica foram utilizados todos os ovos produzidos durante dois dias consecutivos nas semanas 35, 40, 50, 56, 60 e 67. Não foram utilizados ovos que apresentassem casca quebrada ou a presença de micro-trinca e/ou trinca. As medidas de peso foram realizadas no final do segundo dia de coleta, utilizando balança com precisão de um mg. A gravidade específica foi realizada no primeiro dia subsequente ao período de coleta e o método usado para mensurá-la foi o da flutuação em solução salina crescente.

Um dia antes do procedimento experimental, as soluções salinas foram preparadas com sal comum e água. As concentrações variaram de 1,050 a 1,095, com incrementos de 0,005 g/ml e foram calibradas com densímetro. Durante a realização do procedimento experimental e preparo das soluções, os

ovos e as soluções foram mantidos no mesmo ambiente.

Para a coleta de dados, os ovos foram distribuídos dentro de uma cesta e mergulhados no recipiente de menor concentração durante 15 segundos. Este procedimento foi realizado em todos os recipientes, em ordem crescente de concentração. Os ovos que flutuaram foram retirados e registrado o número correspondente da gravidade em questão. Este procedimento foi realizado para todos os ovos de cada box não havendo distinção entre as coletas. A densidade das soluções foi verificada após a mensuração da gravidade específica de quatro bandejas de 30 ovos (120 ovos) em um total de 32 bandejas.

#### **3.1.10. Espessura da casca**

Após a análise da gravidade específica, os ovos foram quebrados na parte inferior, lavados e fervidos durante 10 minutos em solução de água destilada e 0,5% de NaOH para remoção das membranas da casca (Christensen, 1983). Após a realização deste procedimento, foi realizada a mensuração da espessura da casca em três pontos aleatórios da região equatorial e câmara de ar, em um total de seis pontos/ovo, através de um micrômetro com capacidade 0-25mm, leitura de 0,01 mm e exatidão +/- 0,001mm.

#### **3.1.11. Delineamento Experimental**

O delineamento experimental escolhido foi delineamento em blocos casualizados de forma a bloquear possíveis efeitos da incidência da luz solar no galpão experimental. O experimento compreendeu quatro tratamentos com oito repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Cada unidade

experimental foi composta por 20 matrizes no alojamento e dois machos da mesma linhagem.

### 3.1.12. Variáveis analisadas e modelo estatístico

O desempenho produtivo das reprodutoras foi avaliado através das respostas de produção semanal total, produção semanal total de ovos incubáveis, produção semanal total de ovos defeituosos, produção total de ovos por ave alojada e produção total de ovos incubáveis por ave alojada.

A qualidade da casca dos ovos foi avaliada pelas variáveis peso, gravidade específica dos ovos, e espessura da casca do ovo, nas regiões equatorial e câmara de ar, de todos os ovos coletados durante dois dias de produção.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento General Linear Models do programa estatístico Statistical Package for the Sciences (SPSS) versão 13 envolvendo o seguinte modelo para medidas repetidas no tempo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{j,i} + s_k + ts_{ik} + e_{ijk} \text{ em que:}$$

I = 1,2,3,4 tratamentos; J= 1,...,32 boxe; K= semanas de avaliação;  
 $\mu$  = média geral;  $\tau$  = efeito dos tratamentos;  $\varepsilon$  = efeito do erro aleatório;  $S_k$  = o efeito de semana k;  $ts_{ik}$  = o efeito da interação tratamento i X semana K;  $e_{ijk}$  = o erro de avaliação semanal.

As variáveis que apresentaram diferença estatística ao teste F foram submetidas ao teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) buscando identificar diferenças entre as médias dos tratamentos e interação entre tratamento e semana. Para identificar diferenças entre as médias das semanas foi utilizado o teste de Bonferroni

( $P \leq 0,05$ ).

### **3.2. Incubação dos ovos e mortalidade embrionária**

#### **3.2.1. Coleta e armazenamento de ovos**

Os ovos incubáveis coletados no aviário experimental foram transportados, a cada dois dias, para a sala de ovos do incubatório experimental para armazenamento. A temperatura da sala de ovos do incubatório foi mantida em 18°C durante o período de armazenamento (Fasenko, 2007). O período de coleta dos ovos compreendeu cinco dias consecutivos de produção. Desta forma, o período de armazenamento dos ovos não foi superior a sete dias, para o caso dos ovos coletados e armazenados no primeiro dia.

#### **3.2.2. Instalações e Equipamentos do incubatório**

Em todas as incubações foi utilizada incubadora e nascedouro de estágio único com capacidade máxima para 3600 ovos. Tanto a incubadora quanto o nascedouro possuem dois carrinhos com capacidade para 20 bandejas cada, sendo 10 bandejas localizadas próximas à parede final e 10 próximas à porta de entrada. Desta forma, considerando os dois carrinhos de incubação/nascedouro, é possível distribuir quatro bandejas por nível, em um total de 10 níveis. Para incubação dos ovos das reprodutoras foram utilizadas 32 bandejas de incubação, correspondentes às unidades experimentais do galpão experimental.

A temperatura da incubadora permaneceu a 37,7°C até o 10º dia quando foi reduzida para 37,5°C e assim mantida até o 12º dia. Do 12º até o

15º dia de incubação, a temperatura foi mantida em 37,3°C e após o 15º dia a temperatura foi reduzida para 37,1°C, assim permanecendo até a transferência para o nascedouro, aos 19 dias de incubação. O nascedouro foi programado para manter temperatura única de 37,1°C. A umidade durante o período de incubação foi de 60% até o 18º dia.

Após o período total de desenvolvimento embrionário e eclosão, os pintos foram retirados da máquina nascedouro e classificados. Após o término da coleta foi iniciado o embriodiagnóstico de todos os ovos não eclodidos. Para isto, os ovos foram quebrados e diagnosticada a mortalidade embrionária entre o 1º e 7º dias, 8º e 14º dias, e 15º e 21º dias, e pintos impróprios para criação. Através do embriodiagnóstico foi possível obter o total de ovos inférteis e por diferença entre este e o número total de ovos incubados e eclodidos, verificou-se o valor percentual de eclodibilidade dos ovos férteis, isto é, total de ovos férteis eclodidos divididos pelo número total de ovos férteis incubados, multiplicado por 100.

### **3.2.3. Delineamento experimental**

As oito repetições dos tratamentos foram distribuídas em delineamento completamente casualizado de forma com que cada repetição estivesse presente em cada nível da incubadora/nascedouro.

### **3.2.4. Variáveis analisadas e modelo estatístico**

Nas três incubações realizadas, foram analisados os percentuais de eclodibilidade de ovos férteis, a mortalidade embrionária entre 1 e 7 dias, 8 e 14 dias e entre 15 e 21 dias e, dentro deste último período, o percentual de ovos bicados não eclodidos. Também foi analisado o percentual de pintos

refugos em cada tratamento. Os dados obtidos no embriodiagnóstico, expressos em percentual de ovos férteis, foram submetidos à transformação para arco seno (arco seno  $((\% \text{ mortalidade embrionária}/100)+0,05)^{0,5}$ ) pois não apresentaram distribuição normal.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do procedimento General Linear Models do programa de análises estatísticas SAS 8.2 (2001). O modelo utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \text{ onde:}$$

$Y_{ij}$  = Observações das variáveis dependentes correspondentes à repetição da variável independente  $j$  e o tratamento de ordem  $i$ ;  $\mu$  = Média geral das observações;  $\tau$  = Efeito do tratamento de ordem  $i$ ;  $\varepsilon_{ij}$  = Efeito do erro aleatório, associado à observação de ordem  $j$  sob o tratamento de ordem  $i$ .

Quando foi observada diferença estatística ao teste  $F$ , as variáveis foram submetidas ao teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) de forma a identificar diferenças entre as médias dos tratamentos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Desempenho produtivo das reprodutoras pesadas

A não significância das diferenças entre as médias de peso vivo das matrizes reprodutoras às 32 semanas de idade demonstrou que as aves foram distribuídas de forma homogênea nas unidades experimentais. Não houve efeito dos tratamentos sobre a variável peso das reprodutoras ao longo do ciclo de produção (Tabela 6).

TABELA 6. Peso médio das reprodutoras pesadas consumindo diferentes fontes de vitamina D<sub>3</sub>, kg.

Tratamento	Semana							
	32	35	41	45	49	56	61	67
2000D <sub>3</sub>	3,214	3,457	3,812	3,635	3,933	4,102	4,241	4,348
3400D <sub>3</sub>	3,171	3,413	3,796	3,604	3,958	4,168	4,269	4,375
2000D <sub>3</sub> +35µg 25(OH)D <sub>3</sub>	3,179	3,431	3,827	3,629	3,955	4,173	4,334	4,403
2000D <sub>3</sub> +69µg 25(OH)D <sub>3</sub>	3,201	3,458	3,830	3,644	3,983	4,226	4,346	4,642
P	0,905	0,561	0,584	0,591	0,680	0,065	0,121	0,163
Média	3,190	3,430	3,816	3,628	3,957	4,167	4,297	4,441
CV, %	4,030	2,160	1,438	1,657	2,072	2,063	2,295	6,345

Apêndices 23 a 30.

A mortalidade no presente experimento pode ser considerada baixa pela observação da Tabela 7. Portanto, conclui-se que os tratamentos não tiveram influência sobre esta variável.

TABELA 7. Mortalidade das reprodutoras pesadas consumindo diferentes fontes de vitamina D<sub>3</sub>.

Tratamento	Mortalidade
2000D <sub>3</sub>	1,50
3400D <sub>3</sub>	0,75
2000D <sub>3</sub> +35µg 25(OH)D <sub>3</sub>	1,00
2000D <sub>3</sub> +69µg 25(OH)D <sub>3</sub>	1,12
P <sub>≤</sub>	0,6105
Média	1,093
CV, %	8,68

Foi feita transformação para arco seno sendo mantidas as médias reais para tratamentos. Apêndice 22.

A curva de produção das galinhas é influenciada pela maturidade sexual da ave, desenvolvimento e funcionalidade do ovário e oviduto, e subsequente integração hormonal destes e o hipotálamo (Robinson et al., 2003). Poedeiras comerciais apresentam menor pico e persistência de postura na curva de produção em relação às reprodutoras pesadas (Robinson et al., 1993). Porém, o padrão de ovulação e produção de ovos não difere entre tais aves não representando, desta forma, uma fonte de variação. Por esta razão, os resultados de produção obtidos com reprodutoras pesadas neste experimento foram comparados com as respostas obtidas em poedeiras comerciais em função da grande disponibilidade de literatura científica existente nesta área.

Conforme os gráficos 1 e 2 observou-se um declínio gradual na produção semanal de ovos totais e ovos incubáveis à medida que o ciclo de produção progrediu. O declínio da produção é uma característica das linhagens de reprodutoras pesadas, pois, fisiologicamente, esta queda ocorre em função do maior intervalo de tempo entre as seqüências ovulatórias à medida que as galinhas envelhecem (Cobb, 2003). Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos para a variável produção total de ovos, produção total



de ovos incubáveis e produção total de ovos defeituosos (Tabela 8).

Tabela 8. Média dos tratamentos para produção de ovos totais, incubáveis<sup>1</sup> e danificados de 32 às 67 semanas, %.

Tratamento	Produção total	Ovo incubável <sup>1</sup>	Ovos danificados
2000D <sub>3</sub>	67,12	64,99	1,39
3400D <sub>3</sub>	65,66	64,25	1,43
2000D <sub>3</sub> +35µg 25(OH)D <sub>3</sub>	67,88	65,79	1,54
2000D <sub>3</sub> +69µg 25(OH)D <sub>3</sub>	67,09	64,65	1,49
P≤	0,4209	0,7002	0,7465
Média	66,94	64,92	1,46
CV, %	5,27	5,7	76,29

<sup>1</sup>ovo incubável: ovos sem casca quebrada, trinca, micro trinca, casca fina ou sem casca. Apêndices: 4 a 9; 33 a 38.

Não houve efeito para a interação tratamento/semana em relação a produção de ovos totais ( $P>0,6564$ ), ovos incubáveis ( $P>0,6363$ ) e ovos defeituosos ( $P>0,1525$ ). Desta forma, conclui-se que as aves apresentaram desempenho produtivo semelhante, independentemente dos tratamentos ao longo das semanas até o final do estudo.

Não houve diferença significativa na produção total de ovos/ave/dia ( $P>0,6302$ ) e na produção total de ovos incubáveis/ave alojada ( $P>0,6672$ ) ao longo das semanas 32-67 (Gráfico 3).

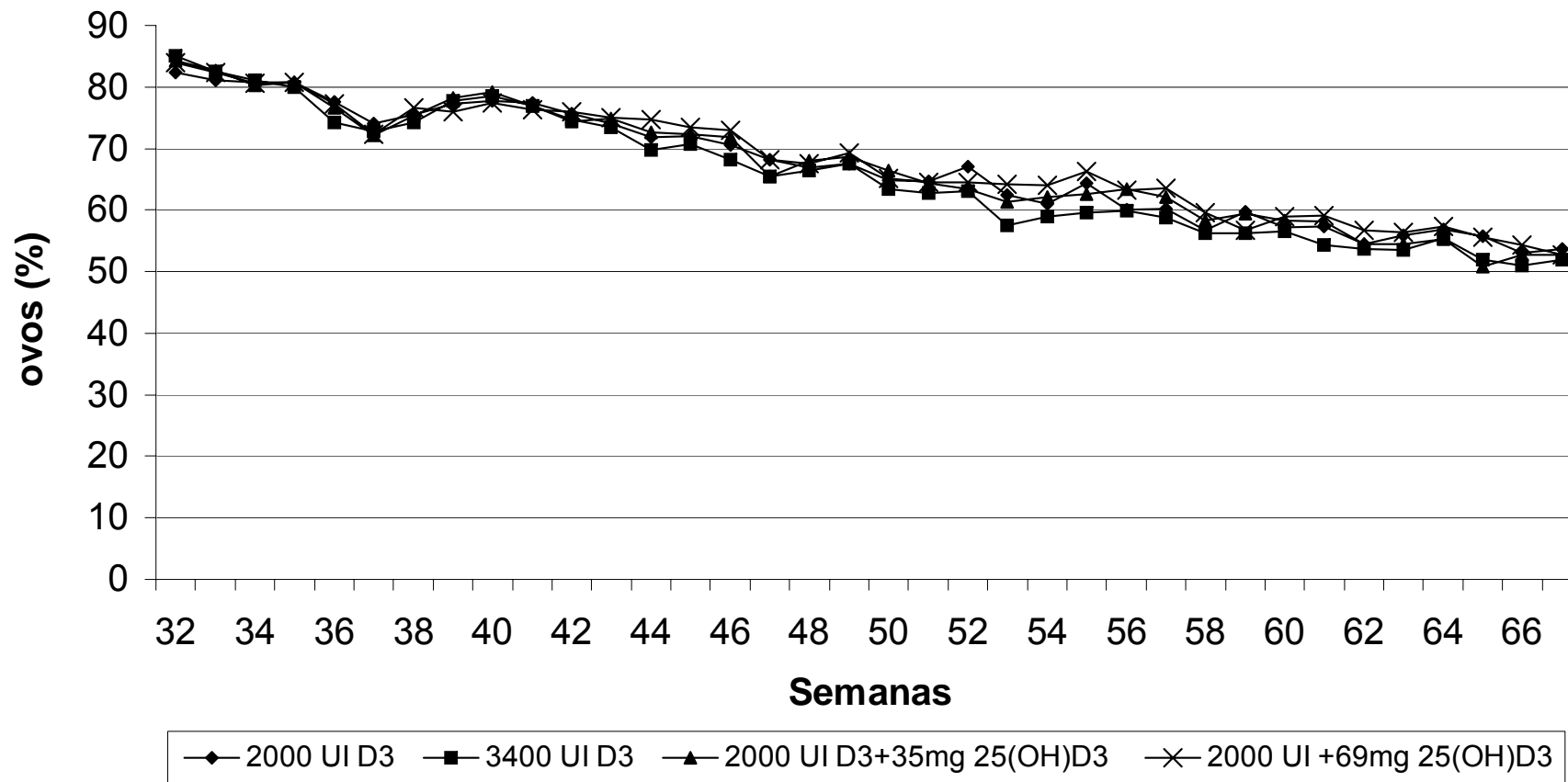


Gráfico 1. Produção de ovos de reprodutoras pesadas Cobb 500 consumindo diferentes fontes de vitamina D<sub>3</sub>, %ovo/ave/dia.

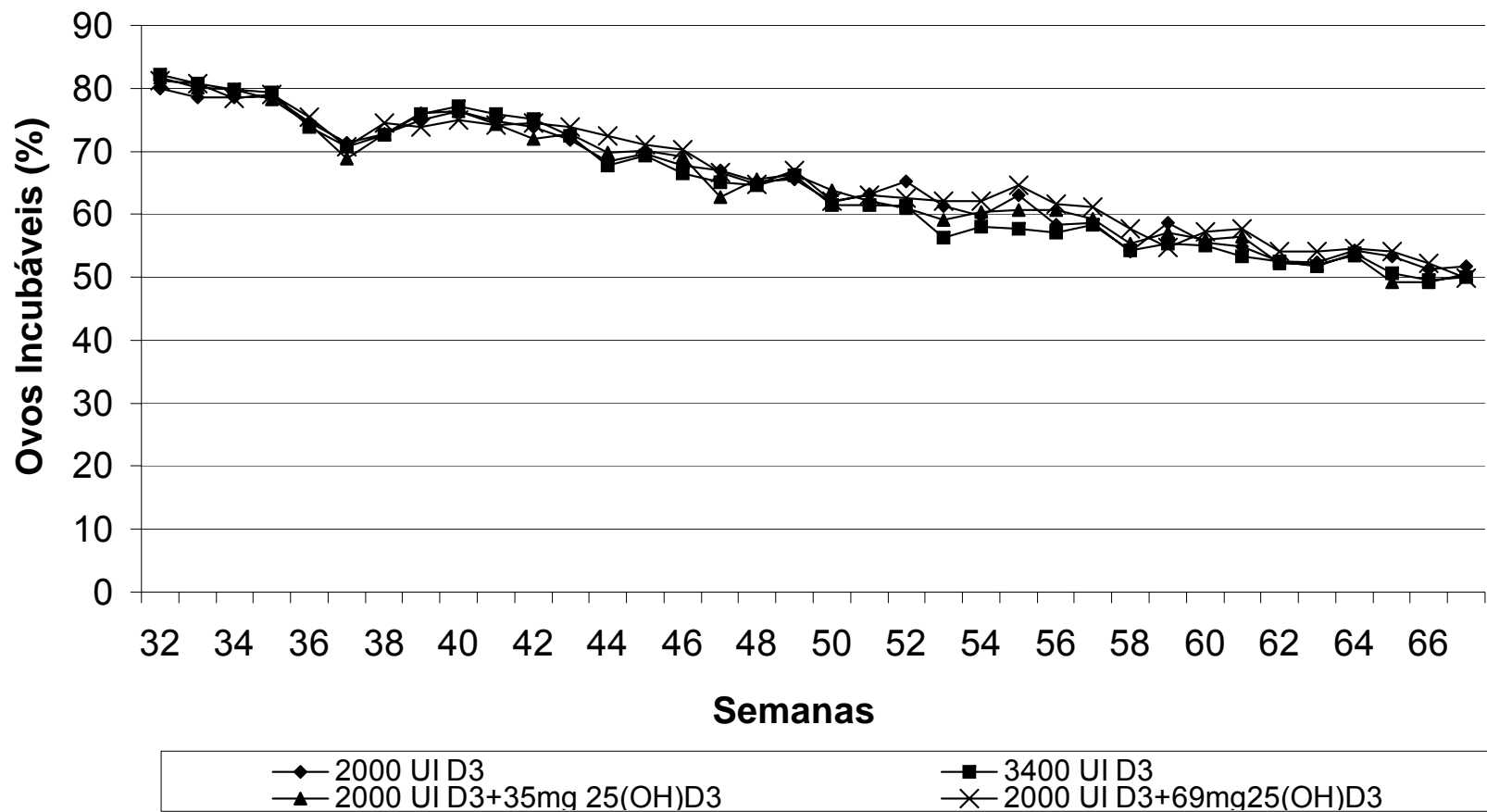


Gráfico 2. Produção de ovos incubáveis de reprodutoras pesadas Cobb 500 consumindo diferentes fontes de vitamina D<sub>3</sub>, %ovo/ave/dia.

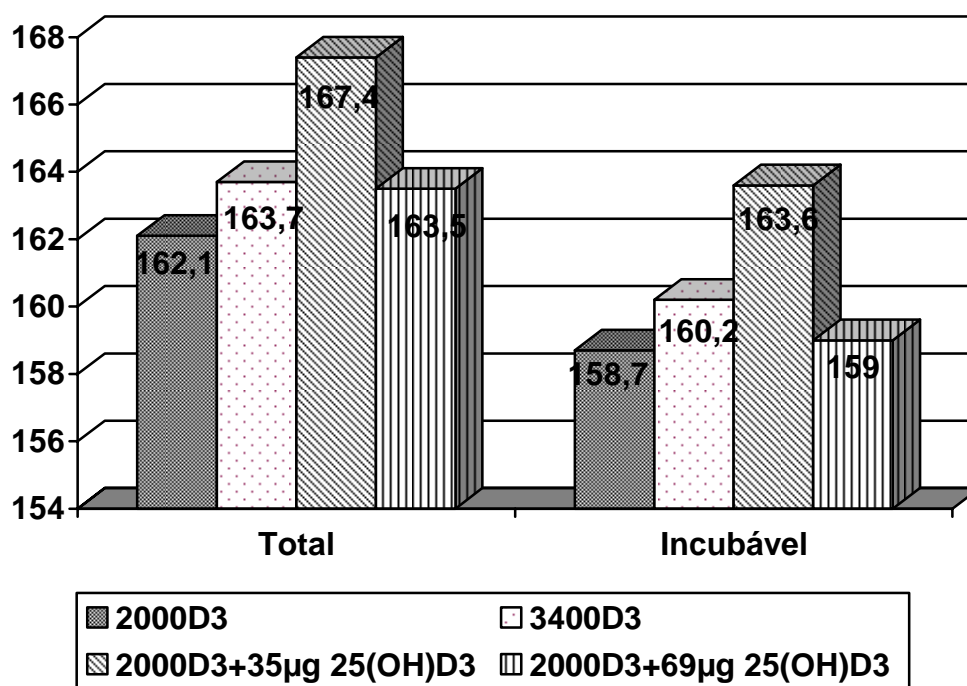


Gráfico 03. Número total de ovos e ovos incubáveis produzidos por ave alojada no período de 32 – 67 semanas.

Os resultados de produção de ovos obtidos neste experimento se assemelham aos obtidos pelos pesquisadores Roland & Harms (1976), Abdulrahim et al. (1978), Cohen et al., (1978), Hamilton (1980).

Galinhas no final do ciclo de produção apresentam menor eficiência de conversão hepática de vitamina D<sub>3</sub> em seu metabólito 25(OH)D<sub>3</sub> (Soares et al, 1976), porém, neste experimento, a inclusão do metabólito na dieta das reprodutoras pesadas não demonstrou efeito na produção de ovos total e ovos incubáveis assim como na incidência de ovos defeituosos ao longo do ciclo, em especial na metade final.

#### 4.2. Medidas de qualidade da casca

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) no peso dos ovos produzidos, mostrando que, nas condições deste experimento, esta variável não foi influenciada pelas diferentes fontes de vitamina D (Tabela 09).

Analisando as Tabelas 09 e 10 verifica-se que houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) quando as respostas foram avaliadas ao longo das semanas, independente do tratamento, demonstrando que o peso dos ovos aumentou e a gravidade específica diminuiu com a idade das aves. Em diversos trabalhos foi demonstrado que o peso e a gravidade específica dos ovos são modificados ao longo do ciclo de produção (Bar et al., 1988; Vieira & Moran, 1998; Cardozo et al., 2002, Zakaria et al., 2005). Neste experimento, a variável peso foi estatisticamente diferente entre as semanas 35, 40 e 50. Não foi verificada diferença entre as semanas 50, 56 e 60 ( $P>0,05$ ), porém a semana 67 diferiu destas ( $P<0,05$ ).

Tabela 09. Médias do peso dos ovos para tratamentos e semanas.

Semana	2000 D <sub>3</sub>		2000 D <sub>3</sub> +35 $\mu$ g	2000 D <sub>3</sub> +69 $\mu$ g	Média
	2000 D <sub>3</sub>	3400 D <sub>3</sub>	25(OH)D <sub>3</sub>	25(OH)D <sub>3</sub>	
35	64,0 $\pm$ 0,34	63,4 $\pm$ 0,43	63,7 $\pm$ 0,40	63,3 $\pm$ 0,34	63,6 $\pm$ 0,19 <sup>A</sup>
40	66,1 $\pm$ 0,36	65,9 $\pm$ 0,46	66,0 $\pm$ 0,42	65,8 $\pm$ 0,36	66,0 $\pm$ 0,20 <sup>B</sup>
50	69,3 $\pm$ 0,42	69,3 $\pm$ 0,53	69,7 $\pm$ 0,48	69,4 $\pm$ 0,42	69,4 $\pm$ 0,23 <sup>C</sup>
56	69,5 $\pm$ 0,48	70,1 $\pm$ 0,61	69,7 $\pm$ 0,55	70,3 $\pm$ 0,48	69,9 $\pm$ 0,26 <sup>C</sup>
60	69,8 $\pm$ 0,60	70,8 $\pm$ 0,75	69,9 $\pm$ 0,69	70,1 $\pm$ 0,60	70,1 $\pm$ 0,33 <sup>C</sup>
67	71,4 $\pm$ 0,45	72,1 $\pm$ 0,57	70,7 $\pm$ 0,52	72,2 $\pm$ 0,45	71,6 $\pm$ 0,25 <sup>D</sup>
Média	68,4 $\pm$ 0,31	68,6 $\pm$ 0,40	68,3 $\pm$ 0,36	68,5 $\pm$ 0,31	

Médias seguidas de letras maiúsculas, diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de significância.

Apêndice 39 e 40.

Tabela 10. Média da gravidade específica dos ovos para tratamentos e semanas.

Semana	2000 D <sub>3</sub>		2000 D <sub>3</sub> +35 $\mu$ g	2000 D <sub>3</sub> +69 $\mu$ g	Média
	2000 D <sub>3</sub>	3400 D <sub>3</sub>	25(OH)D <sub>3</sub>	25(OH)D <sub>3</sub>	
35	1083 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>	1085 $\pm$ 0,44 <sup>b</sup>	1084 $\pm$ 0,44 <sup>ab</sup>	1083 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>	1084 $\pm$ 0,22 <sup>A</sup>
40	1083 $\pm$ 0,34 <sup>ab</sup>	1084 $\pm$ 0,34 <sup>ab</sup>	1084 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>	1082 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>	1083 $\pm$ 0,17 <sup>A</sup>
56	1078 $\pm$ 0,41	1078 $\pm$ 0,51	1078 $\pm$ 0,51	1078 $\pm$ 0,51	1078 $\pm$ 0,25 <sup>B</sup>
60	1075 $\pm$ 0,43 <sup>ab</sup>	1073 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>	1076 $\pm$ 0,43 <sup>b</sup>	1075 $\pm$ 0,43 <sup>b</sup>	1075 $\pm$ 0,21 <sup>C</sup>
67	1074 $\pm$ 0,416	1074 $\pm$ 0,57	1073 $\pm$ 0,57	1074 $\pm$ 0,57	1074 $\pm$ 0,28 <sup>C</sup>
Média	1079 $\pm$ 0,30	1079 $\pm$ 0,30	1079 $\pm$ 0,30	1079 $\pm$ 0,30	

Médias seguidas de letras maiúsculas, diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de significância. Médias seguidas de letras minúsculas, diferentes na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Apêndice 41 e 42.

Houve diferença estatística para a interação tratamento/semana. Na semana 35, o tratamento T2 (3400UIVitD<sub>3</sub>) apresentou maior gravidade específica quando comparado aos tratamentos T1 (2000UI VitD<sub>3</sub>) e T4 (4760 VitD<sub>3</sub>+ 25(OH)D<sub>3</sub>), porém não diferiu estatisticamente do T3 (3400 VitD<sub>3</sub>+ 25(OH)D<sub>3</sub>). Na semana 40, os tratamentos recebendo 25(OH)D<sub>3</sub> diferiram estatisticamente entre si, T4 (4760UI) x T3 (3400UI). Nas 60 semanas de produção, os tratamentos recebendo 25(OH)D<sub>3</sub> apresentaram maior gravidade específica quando comparados ao T2. Não houve diferença estatística entre os tratamentos 1 e 2.

Analisando as Tabelas 11 e 12 verifica-se que houve interação entre tratamento e semanas, para a variável espessura da casca do ovo sendo esta diferença obtida para a semana 40. Os tratamentos 3400UIVitD e 3400 VitD<sub>3</sub>+ 25(OH)D<sub>3</sub> apresentaram as menores médias de espessura da casca, quando comparado aos tratamentos 2000UI VitD<sub>3</sub> e 4760 VitD<sub>3</sub>+ 25(OH)D<sub>3</sub> para a região da câmara de ar. Porém, quando analisada a espessura da casca na região equatorial verifica-se que o tratamento 1 apresentou maior espessura

de casca nesta região, diferiu dos tratamentos T2 e T3 porém não diferiu estatisticamente do T4. Os tratamentos T2 e T3 apresentaram a menor espessura de casca.

Tabela 11. Espessura da casca do ovo na região da câmara de ar,  $\mu$ .

Semana	2000 D <sub>3</sub>		2000 D <sub>3</sub> +35 $\mu$ g	2000 D <sub>3</sub> +69 $\mu$ g
	2000 D <sub>3</sub>	3400 D <sub>3</sub>	25(OH)D <sub>3</sub>	25(OH)D <sub>3</sub>
35	389 $\pm$ 4,64 <sup>B</sup>	394 $\pm$ 4,34 <sup>C</sup>	393 $\pm$ 3,47 <sup>C</sup>	403 $\pm$ 4,06 <sup>B</sup>
40	382 $\pm$ 2,69 <sup>Bb</sup>	369 $\pm$ 2,84 <sup>Ba</sup>	369 $\pm$ 1,65 <sup>Ba</sup>	380 $\pm$ 3,82 <sup>Bb</sup>
56	354 $\pm$ 2,14 <sup>A</sup>	354 $\pm$ 4,01 <sup>A</sup>	354 $\pm$ 1,60 <sup>A</sup>	357 $\pm$ 2,03 <sup>A</sup>
60	358 $\pm$ 2,96 <sup>A</sup>	358 $\pm$ 3,21 <sup>A</sup>	355 $\pm$ 1,89 <sup>A</sup>	355 $\pm$ 1,65 <sup>A</sup>
67	362 $\pm$ 2,82 <sup>A</sup>	358 $\pm$ 3,68 <sup>A</sup>	356 $\pm$ 2,82 <sup>A</sup>	355 $\pm$ 1,10 <sup>A</sup>
Média	369,3 $\pm$ 2,14	367,2 $\pm$ 2,14	365,8 $\pm$ 2,14	370,9 $\pm$ 2,29

Médias seguidas de letras maiúsculas, diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de significância. Médias seguidas de letras minúsculas, diferentes na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Apêndice 43 e 44.

Tabela 12. Espessura da casca do ovo na região equatorial,  $\mu$ .

Semana	2000 D <sub>3</sub>		2000 D <sub>3</sub> +35 $\mu$ g	2000 D <sub>3</sub> +69 $\mu$ g
	2000 D <sub>3</sub>	3400 D <sub>3</sub>	25(OH)D <sub>3</sub>	25(OH)D <sub>3</sub>
35	380 $\pm$ 4,29 <sup>B</sup>	386 $\pm$ 5,31 <sup>C</sup>	386 $\pm$ 4,11 <sup>C</sup>	388 $\pm$ 4,06 <sup>B</sup>
40	381 $\pm$ 3,43 <sup>Bb</sup>	364 $\pm$ 2,63 <sup>Ba</sup>	369 $\pm$ 1,70 <sup>Ba</sup>	374 $\pm$ 3,38 <sup>Bab</sup>
56	350 $\pm$ 2,15 <sup>A</sup>	347 $\pm$ 3,52 <sup>A</sup>	350 $\pm$ 1,37 <sup>A</sup>	352 $\pm$ 2,41 <sup>A</sup>
60	355 $\pm$ 2,39 <sup>A</sup>	352 $\pm$ 2,52 <sup>A</sup>	352 $\pm$ 2,62 <sup>A</sup>	354 $\pm$ 1,54 <sup>A</sup>
67	355 $\pm$ 2,08 <sup>A</sup>	350 $\pm$ 3,57 <sup>A</sup>	350 $\pm$ 3,43 <sup>A</sup>	348 $\pm$ 0,98 <sup>A</sup>
Média	364 $\pm$ 2,12	360 $\pm$ 2,12	361 $\pm$ 2,12	364 $\pm$ 2,26

Médias seguidas de letras maiúsculas, diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de significância. Médias seguidas de letras minúsculas, diferentes na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Apêndice 45 e 46.

Em relação à qualidade da casca, os dados obtidos neste experimento se assemelham aos obtidos por Keshavarz (1996, 2003) porém contradizem os resultados de Charles et al. (1978), Jackson & Jhong (1998).

Mcloughlin & Soares (1976) concluíram que quando os ovos provenientes de matrizes alimentadas com 25(OH)D<sub>3</sub> foram submetidos a procedimentos usuais tais como lavagem e classificação, foi evidenciada menor perda por quebra ou trincagem quando comparado aos ovos

provenientes de matrizes recebendo vitamina D<sub>3</sub>. Koreleski & Swiatkiewicz (2005), também verificaram a presença de ovos com a casca mais espessa e densa em poedeiras suplementadas com 25% de vitamina D<sub>3</sub> na forma 25(OH)D<sub>3</sub> especialmente no final do período de produção, quando a substituição completa ou parcial de colecalciferol por 25(OH)D<sub>3</sub> resultou em melhora na resistência da casca à quebra. Porém, tais resultados não foram observados neste experimento.

Em relação às respostas encontradas para a gravidade específica dos ovos, apesar de pequena a diferença existente entre as médias dos tratamentos, a diferença estatística encontrada é relevante, pois, segundo Abdallah et al. (1993), para cada aumento de, 0001 na gravidade específica, a porcentagem de ovos quebrados decresce em 1,266%. Não foi possível encontrar explicações plausíveis que possam justificar o resultado obtido na análise realizada com ovos provenientes de reprodutoras pesadas às 60 semanas de idade, quando se observou que o T3 (3400UI, VitD<sub>3</sub> + 25(OH)D<sub>3</sub>). Não diferiu estatisticamente do T1 (2000UID<sub>3</sub>) porém, diferiu do T2 (3400 UI D<sub>3</sub>).

#### **4.3. Resultados de eclodibilidade dos ovos férteis**

As incubações realizadas na 57<sup>a</sup> e 64<sup>a</sup> semanas de produção das reprodutoras pesadas não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 13). Durante a semana de coleta de ovos (16 janeiro e 7 fevereiro) para incubação das semanas 57 e 64, respectivamente, houve temperaturas elevadas na granja experimental, em função do verão. Segundo



Fasenko (2007), os ovos coletados devem ser armazenados em temperatura abaixo de 21°C, de forma a evitar a multiplicação bacteriana e inibir o desenvolvimento embrionário. Brake et al. (2007) relatam que o aumento da temperatura no ninho e na sala de armazenamento dos ovos estão relacionados com menor eclodibilidade dos ovos provenientes de reprodutoras pesadas com 59 semanas de idade. Por esta razão, a baixa eclodibilidade observada especialmente na 64<sup>a</sup> semana das aves pode ser justificada em função da elevada temperatura na granja, na época de realização do experimento.

Tabela 13. Eclusão dos ovos férteis, %.

Tratamento	Semanas, % eclusão		
	57	64	67
2000D <sub>3</sub>	79,61	69,86	90,10 <sup>b</sup>
3400D <sub>3</sub>	70,34	67,22	82,25 <sup>a</sup>
2000D <sub>3</sub> +35µg 25(OH)D <sub>3</sub>	76,94	73,80	89,51 <sup>ab</sup>
2000D <sub>3</sub> +69µg 25(OH)D <sub>3</sub>	73,99	56,8	84,92 <sup>ab</sup>
P≤	0,246	0,077	0,027
Média	75,22	66,94	86,69
CV, %	12,64	20,61	7,26

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Apêndice 15.

Na 67<sup>a</sup> semana de idade das reprodutoras, foi observada maior eclusão dos ovos férteis em aves recebendo o T1 em relação ao T2 (P<0,05), porém ambos não diferiram estatisticamente das aves recebendo os tratamentos 3 e 4.

Em relação ao embriodiagnóstico dos ovos provenientes de reprodutoras pesadas com 57 semanas de idade, os resultados obtidos não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 14). Na semana 64 houve diferença para a variável mortalidade embrionária de terceira

semana e ovos bicados (Tabela 15). O tratamento 1 diferiu dos tratamentos 2 e 4 ( $P < 0,05$ ) apresentando menor mortalidade na terceira semana, porém não diferiu do tratamento 3. Da mesma forma, o tratamento 1 apresentou menor número de pintos que bicaram a casca e não eclodiram em relação ao tratamento 4 ( $P < 0,05$ ), não diferindo dos tratamentos 2 e 3. Na 67ª semana, a mortalidade de primeira semana foi menor nos tratamentos 2 e 3 em relação ao tratamento 1 ( $P < 0,05$ ). O tratamento 4 não diferiu estatisticamente dos tratamentos 1, 2 e 3 (Tabela 16).

Tabela 14 - Mortalidade Embrionária dos ovos provenientes de reprodutoras pesadas com 57 semanas de idade.

Tratamento	1 -7	8-14	15-21	Bicados	Malformação	Refugos
2000D <sub>3</sub>	7,62	1,80	5,00	1,25	1,00	2,30
3400D <sub>3</sub>	6,25	2,00	5,75	1,75	0,00	1,60
2000D <sub>3</sub> +35µg 25(OH)D <sub>3</sub>	7,71	2,60	6,12	2,12	0,00	1,60
2000D <sub>3</sub> +69µg 25(OH)D <sub>3</sub>	6,62	1,71	3,75	1,12	1,00	1,50
P≤	0,798	0,906	0,135	0,586	0,580	0,398
Média	7,05	2,02	5,15	1,56	0,5	1,77
Cv, %	20,94	11,39	10,24	11,15	2,66	10,75

Foi feita transformação para arco seno sendo apresentadas as médias reais para tratamentos. Apêndices 16-17,47-53.

Tabela 15. Mortalidade Embrionária dos ovos provenientes de reprodutoras pesadas com 64 semanas de idade.

Tratamento	1 -7	8-14	15-21	Bicados	Malformação	Refugos
2000D <sub>3</sub>	10,87	1,75	5,62 <sup>b</sup>	0,87 <sup>a</sup>	1,00	1,75
3400D <sub>3</sub>	12,12	1,33	10,12 <sup>a</sup>	2,00 <sup>ab</sup>	1,00	3,00
2000D <sub>3</sub> +35µg 25(OH)D <sub>3</sub>	8,25	1,66	8,37 <sup>ab</sup>	2,25 <sup>ab</sup>	1,00	1,83
2000D <sub>3</sub> +69µg 25(OH)D <sub>3</sub>	14,50	1,00	10,12 <sup>a</sup>	3,25 <sup>b</sup>	1,00	2,60
P≤	0,064	0,720	0,030	0,021	0,847	0,787
Média	11,43	1,43	8,56	2,09	1,00	2,29
Cv, %	18,79	8,18	14,87	12,68	3,96	12,95

Médias seguida de letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Foi feita transformação para arco seno sendo apresentadas as médias reais para tratamentos. Apêndice 18-19; 54-60.

Tabela 16. Mortalidade Embrionária dos ovos provenientes de reprodutoras pesadas com 67 semanas de idade.

Tratamento	1 -7	8-14	15-21	Bicados	Malformação	Refugos
2000D <sub>3</sub>	6,37 <sup>b</sup>	2,00	2,75	0,75	0,00	1,75
3400D <sub>3</sub>	2,87 <sup>a</sup>	1,60	2,50	0,50	1,00	1,00
2000D <sub>3</sub> +35µg 25(OH)D <sub>3</sub>	2,87 <sup>a</sup>	0,00	1,87	0,37	1,00	1,00
2000D <sub>3</sub> +69µg 25(OH)D <sub>3</sub>	5,37 <sup>ab</sup>	1,25	2,87	0,62	0,00	1,50
P<	0,012	0,059	0,765	0,754	0,580	0,644
Média	4,37	1,21	2,50	0,56	0,50	1,31
CV,%	16,79	7,69	12,94	6,75	2,66	4,20

Médias seguida de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Foi feita transformação para arco seno sendo apresentadas as médias reais para tratamentos.

Apêndices: 20 -21;61-67.

A presença de colecalciferol no ovo é extremamente importante para o metabolismo do cálcio que corre no embrião em desenvolvimento. Através de pesquisas científicas (Narbaitz et al., 1987; Narbaitz & Fragiskos, 1984; Narbaitz & Tsang, 1989) foi demonstrado que o excesso ou deficiência da vitamina está diretamente associada com a menor eclosão dos ovos férteis em consequência da maior mortalidade embrionária observada especialmente em embriões na terceira semana de incubação.

Segundo Ammenuddin et al. (1982) e Soares et al. (1995), 25(OH)D<sub>3</sub> é a forma hidroxilada com maior habilidade de ser transportada para os ovos e, conseqüentemente, capaz de suportar o desenvolvimento embrionário e eclodibilidade dos ovos quando fornecido como única fonte de vitamina D. Por esta razão, permanece em dúvida o fator que poderia ter ocasionado a maior mortalidade embrionária de terceira semana observada em embriões provenientes de matrizes de 64 semanas de ciclo de produção suplementadas com 25(OH)D<sub>3</sub> em associação com vitamina D<sub>3</sub> (T3 e T4) ou suplementadas somente com vitamina D<sub>3</sub> (T2), conforme observado na Tabela 15.

Quanto às respostas obtidas para eclosão dos ovos férteis é possível observar na Tabela 15 que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos nas 67 semanas. A maior eclosão observada para os ovos provenientes de reprodutoras suplementadas com 2000UI<sub>D<sub>3</sub></sub> (T1) em relação ao T2 (3400UI); e T1 em relação ao T4 (4760UI), contradiz os dados obtidos por Atencio et al. (2006) os quais observaram que aves suplementadas com maiores doses de vitamina D<sub>3</sub> apresentam melhor performance especialmente quanto à produção, qualidade e eclodibilidade dos ovos.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições em que este experimento foi realizado conclui-se que:

1. Os resultados relacionados à curva de produção de ovos, número de ovos produzidos, peso e mortalidade das reprodutoras não demonstraram respostas significativas com a suplementação de 25(OH)D<sub>3</sub> nas dietas;
2. Foi observada diferença significativa entre as associações de 25(OH)D<sub>3</sub> e vitamina D<sub>3</sub> em relação à gravidade específica dos ovos e espessura da casca do ovo;
3. Ovos férteis provenientes de matrizes com 67 semanas de idade e suplementadas com 2000 UI de vitamina D<sub>3</sub> e em associação com 25(OH)D<sub>3</sub> apresentaram melhor eclosão.
4. Ovos provenientes de matrizes com 64 semanas de idade e suplementadas com 2000 UI de vitamina D<sub>3</sub> apresentaram menor mortalidade embrionária de 3ª semana;
5. Ovos provenientes de matrizes com 67 semanas de idade e suplementadas com 2000UI de vitamina D<sub>3</sub> e em associação com 69µg de 25(OH)D<sub>3</sub> apresentaram maior mortalidade embrionária na primeira semana em relação aos demais tratamentos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O colecalciferol ( $D_3$ ) é a forma natural da vitamina D, suplementada na ração das aves na forma de premix vitamínico. A forma hidroxilada,  $25(OH)D_3$ , apresenta maior polaridade em relação à vitamina  $D_3$  facilitando, desta forma, a sua absorção e, conseqüentemente, maior promoção da absorção intestinal de cálcio e fósforo.

O conhecimento sobre o metabolismo e mecanismo de ação da vitamina  $D_3$  proporcionou o desenvolvimento de pesquisas científicas em poedeiras comerciais e reprodutoras pesadas cujos objetivos foram mensurar a eficácia dos metabólitos desta vitamina sobre a produção de ovos, performance, desempenho da progênie, ganho de peso e possíveis ações sobre a incidência de alterações locomotoras como a discondroplasia tibial.

Edwards (1999) verificou que a dose para prevenir discondroplasia tibial em aves do Reino Unido variou de 74 a 250 mg/kg, porém em estudos nos Estados Unidos a dose foi de 68,9 a 344,5 mg/kg. Neste sentido, novas linhas de pesquisas vêm sendo realizadas visando investigar o efeito da suplementação de  $25(OH)D_3$  em variáveis mais específicas, como por exemplo, densidade óssea e resposta imune em aves (Korver, não publicado). O uso de 25 hidroxicolecalciferol como fonte de vitamina  $D_3$  vêm sendo pesquisado há muitos anos. Há, entretanto, ampla diversidade nas respostas

encontradas, fato possivelmente relacionado à heterogeneidade das amostras e metodologias das pesquisas realizadas, tais como a variedade entre o número de aves e repetições experimentais, duração do período de coleta de dados e incidência de luz ultravioleta, como exemplos.

Na presente pesquisa não se observou diferença entre a associação e doses de 25(OH)D<sub>3</sub> e vitamina D<sub>3</sub> utilizados. É possível que a diversidade de amostras e metodologias das pesquisas até então realizadas, justifique tal achado, uma vez que o presente estudo foi realizado em boxes experimentais cujas condições ambientais e exigências nutricionais diferiram dos experimentos realizados por outros pesquisadores, com aves confinadas em gaiolas.

A ausência de efeitos significativos relacionados às curvas de produção de ovos assim como o número de ovos produzidos por ave alojada para reprodutoras suplementadas com a associação de duas doses de vitamina D<sub>3</sub> e 25(OH)D<sub>3</sub> pode ser resultado das ótimas condições sanitárias e baixíssimos níveis de desafio imunológicos aos quais as aves foram submetidas. Tais condições refletiram-se em baixos índices de mortalidade das reprodutoras, peso corporal uniforme ao longo do ciclo, e curva de produção dentro do padrão estipulado para a linhagem.

Nas condições experimentais desta pesquisa, o tratamento recebendo 2000UI de Vitamina D<sub>3</sub>, como única fonte da vitamina, foi o mais viável economicamente já que qualquer das associações de 25(OH)D<sub>3</sub> e vitamina D<sub>3</sub>, nas doses estabelecidas para a realização deste experimento, foi suficiente para atender às exigências fisiológicas das reprodutora.

## 7. RERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, A.G. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, Champaign, Illinois v.72, n.1, p. 2038-2043, 1993.
- ABDULRAHIM, S.M.; PATEL; McGINNIS, M.B. Effects of vitamin D<sub>3</sub> e D<sub>3</sub> metabolites on production parameters and hatchability of eggs. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v. 58, p. 858-863, 1978.
- ALEX, B.A.J.; DUSSO, A.; SLATOPOLSKY, E. Vitamin D. **American Journal of Physiology**, St. Louis, Missouri, v.277, p.157-175, 1999.
- ASLAM, S.M.; GARLICH, J.D.; QURESHI, M.A. Vitamin D deficiency alters the immune response of broiler chicks. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.77, p. 842-849, 1998.
- ATENCIO, A.; PESTI, G.M; EDWARDS, JR. H.M. Twenty-five hydroxycholecalciferol as a cholecalciferol substitute in broiler breeder hen diets and its effect on the performance and general health of the progeny. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.84, p.1277-1285, 2005a.
- ATENCIO, A.; EDWARDS, H.M.; PESTI, G.M. Effects of vitamin D<sub>3</sub> dietary supplementation of broiler breeder hens on the performance and bone abnormalities of the progeny. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.84, p.1058-1068, 2005b.
- ATENCIO, A.; EDWARDS, H.M.; PESTI, G.M.; WARE, G.O. The vitamin requirement of broiler breeders. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.85, p. 674-692, 2006.
- AKINS, R.E.; TUAN, R.S. Transepithelial calcium transport in the chick chorioallantoic membrane I. Isolation and characterization of chorionic ectoderm cells. **Journal of Cell Science**, Wilmington, Pennsylvania, v.105, p.369-379, 1993a.
- AKINS, R.E.; TUAN, R.S. Transepithelial calcium transport in the chick chorioallantoic membrane II. Compartmentalization of calcium during uptake. **Journal of Cell Science**, Wilmington, Pennsylvania, v.105, p. 381-388, 1993b
- AMEENUDDIN, S.; DeLUCA, H.F.; IKEKAWA, N.; KOBAYASHI, Y. 24-hydroxylation of 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub>: is it required for embryonic development in chicks?



- Science**, Washington, DC, v.217, p. 451-452, 1982.
- BAKER, D.H.; BIEHL, R.R.; EMMERT, J.L. Vitamin D<sub>3</sub> requirement of young chicks receiving diets varying in calcium and available phosphorus. **British Poultry Science**, Edinburg, United Kingdom, v.39, p.413-417, 1998.
- BAR, A.; SHARVIT, M.; NOFF, D.; EDELSTEIN, S.; HURWITZ, S. Absorption and excretion of cholecalciferol and of 25-hydroxycholecalciferol and metabolites in birds. **Journal Nutrition**, Rehovot, Israel, v.110, p. 1930-1934, 1980.
- BAR, A.; STRIEM, S.; ROSENBERG, J.; HURWITZ, S. Egg shell quality and cholecalciferol metabolism in aged laying hens. **Journal of Nutrition**, Bet Dagan, Israel, v. 118, p.1018-1023, 1988.
- BAR, A.; STREIN, S.; VAX, E. Regulation of calbindin mRNA and calbindin turnover in intestine and shell gland of the chicken. **American Journal of Physiology regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bet Dagan, Israel, v.262, p.800-805, 1992.
- BAR, A.; VAX E.; STRIEM S. Relationships between calbindin (Mr 28000) and calcium transport by the eggshell gland. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, Bet Dagan, Israel, v.101, p. 845-848, 1991.
- BELL, N.B. Vitamin D-Endocrine system. **The Journal of Clinical Investigation**, Charleston, South Carolina, v.76, p.1-6, 1985.
- BETHKE, R.M; RECORD, P.R.; WILDER, O.H.; WILDER, C.H. Effect of different sources of vitamin D on the laying bird II. Storage of vitamin D in the egg and chick ad mineral composition of the mature embryo. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.15, p.336-344, 1936.
- BOOTH, B.E.; TSAI, H.C.; Jr, MORRIS, R.C. Vitamin D status regulates 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> 1alfa hidroxylase and its responsiveness to parathyroid hormone in the chick. **The American Society for Clinical Investigation**, San Fransico, California, v. 75, p. 155-161, 1984.
- BORI, A.L.; PARTRIDGE, J.J.; USKOKOVIS, M.R.; MILLER, O.N. Relative activities of some metabolites and analogs of cholecalciferol in stimulation of tibia ash weight in chicks otherwise deprived of vitamin D. **Journal of Nutrition**, Nutley, New Jersey, v. 107, p. 194-198, 1977
- CARRADINO, R.A.; WASSERMAN, R.H.; PUBOLS, M.H.; CHANG, S.I. Vitamin D<sub>3</sub> induction of a calcium-binding protein in the uterus of the laying fowl. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Bet Dagan, Israel v. 125, p. 378-380,1968
- COBB 500. **Guia de manejo de matrizes**. [S.I.] : COBB-Vantres Brasil, 2003.
- COHEN, A.; BAR, A.; EISNER, U.; HURWITZ, S. Calcium absorption, calcium-binding protein, and egg shell quality in Laying hens fed hydroxylated vitamin D

- derivatives. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v. 57, p.1646 -1651, 1978.
- CHARLES, O.W.; DUKE, S.; REDDY, B. Further studies on the response of laying hens to 25-hydroxy cholecalciferol. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.57, p. 1097-1099, 1978.
- CHRISTENSEN, V.L. Distribution of pores on hatching and non-hatching turkey eggs. **Poultry Science**, Raleigh, North Carolina, v. 62. p. 1312-1316, 1983.
- DRIVER, J.P; ATENCIO, A.; PESTI, G.M.; EDWARDS, JR, BAKALII, R.I. The effect of maternal dietary vitamin D<sub>3</sub> supplementations on performance and tibial dyschondroplasia of broiler chicks. **Poultry Science**, Athens, Georgia, v.85, p.39-47, 2006.
- EDWARDS, H. M. Jr. Efficacy of several vitamin D compounds in the prevention of tibial dyschondroplasia in broiler chickens. **The Journal of Nutrition**, Athens, Georgia, v.120, p.1054-1061, 1990.
- ELAROUSHI, M.A.; DeLUCA, H. Calcium uptake by chorioallantoic membrane: effects of vitamins D and K. **American Journal of Physiology – endocrinology and metabolism**, Madison, Wisconsin v. 267, p. 837-841, 1994a.
- ELAROUSHI, M.A.; SMITH, U.A.; HELLWIG, W.; DELUCA, H.F. The role of vitamin D in chorioallantoic membrane calcium transport. **Biochimica et Biophysica Acta**, Madison, Wisconsin, v.1192, p.1-6, 1994.b.
- FASENKO, G.M. Egg storage and the embryo. **Poultry Science**, Alberta, Canadá. v. 86, p.1020-1024, 2007.
- FRANCESCHI, R.T.; DeLUCA, H.F. Characterization of 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>-dependent calcium uptake in cultured embryonic chick duodenum. **The Journal of Biological Chemistry**, Madison, Wisconsin, v. 254, p.3840-3847, 1980.
- FRASER, D.R.; EMTAGE, J.S. Vitamin D in the avian egg. Its molecular identity and mechanism of incorporation into yolk. **Biochemistry Journal**, High Wycombe, United Kingdom, Cambridge, v.160, p. 671-682, 1976.
- FREEMAN, B.M.; VINCE, M.A. **Development of the avian embryo**. London: Chapman and Hall, London, 1974.
- FRIEDLANDER, E.J.; HENRY, H.I.; NORMAN, A.W. Studies on the mode of action of calciferol. XII. Effects of dietary calcium and phosphorus on the relationship between the 25-hydroxyvitaminD<sub>3</sub>-1hydroxylase and production of chick intestinal calcium binding protein. **The Journal of Biological Chemistry**, Riverside, California, v. 252, p.8677-8683, 1977.
- FROST, T.J.; ROLAND, D.A.; UNTAWALE, G.G. Influence of vitamin D<sub>3</sub>, 1 $\alpha$ -hydroxyvitamin D<sub>3</sub> and 1,25-Dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> on eggshell quality, tibia

- strength and various production parameters in commercial laying hens. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v. 69, p.2008-2016, 1990.
- FULLNER, C.S.; Brindak, M.E.; Bar, A. The purification of calcium-binding protein from the uterus of the laying hen. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, New York, New York, v.152, p. 237-241, 1976.
- GABRIELLI, M.G.; MATERAZZI, G.; COX, J.V.; MENGHI, G. Specialized cell types in the chorioallantoic membrane express carbonic anhydrase during chick embryogenesis. **Journal of Anatomy**, Memphis, Tennessee v.198, p.229-238, 2001.
- GOODSON-WILLIAMS, G.; ROLAND, D.A.; MCQUIRE, J.A. Eggshell pimpling in young hens as influenced by dietary vitamin D<sub>3</sub>. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.66, p.1980-1986, 1987.
- HAMILTON, R.M.G. The effects of dietary phosphorus, vitamin D<sub>3</sub>, and 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> levels on feed intake, productive performance, and egg and shell quality in two strains of force-molted White Leghorns. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.59, p. 598-604, 1980.
- HART, L.E.; DeLUCA, H.F. Effect of vitamin D<sub>3</sub> metabolites on calcium and phosphorus metabolism in chick embryos. **American Journal Physiology Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, Massachusetts, v.248, p.281-285, 1985.
- HART, L.E.; SCHNOES, H. K.; DeLUCA, H.F. Studies on the role of 1,25-dihydroxyvitamin D in chick embryonic development. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. Brazos, Texas, p. 250, v. 426-434, 1986.
- HAUSSLER, M.R.; RASMUSSEN, H. The metabolism of vitamin D<sub>3</sub> in the chick. **Journal Biology Chemistry**, Bethesda, Massachusetts, v. 247. p.2328-2335, 1972.
- HEANEY, R.P.; BARGER-LUX, M.J.; DOWELL, M.S.; CHEN, T.C.; HOLICK, M.F. Calcium absorptive effects of vitamin D and its major metabolites. **Journal Clinical Endocrinology and Metabolism**, Boston, Massachusetts, v.82, p.4111-4116, 1997.
- HENRY, H.L.; MIDGETT, R.L.; NORMAN, A.W. Studies on calciferol metabolism. X regulation of 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub>-1-hydroxylase, *in vivo*. **Journal of Biological Chemistry**, Riverside, California, v. 249, p.7584-92, 1972.
- HENRY, H.L.; NORMAN, A.W. Vitamin D: two dihydroxylated metabolites are required for normal chicken egg hatchability. **Science**, Washington, DC v.201, p.835, 1978.

- HOLLANDER, D.; MURALIDHARA, K.S.; ZIMMERMAN, A. Vitamin D<sub>3</sub> intestinal absorption in vivo: influence of fatty acids, bile salts and perfusate pH on absorption. **Gut**, Detroit, Michigan, v.19, p. 267-272, 1978.
- JACKSON, M.E.; ZHONG, C. Determination of the effects of 25-hydroxy D<sub>3</sub> on laying hen performance under 3 environmental circumstances. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v. 77(Suppl. 1), p. 136, 1998.
- KESHAVARZ, K. A comparison between cholecalciferol and 25-OH-cholecalciferol on performance and eggshell quality of hens fed different levels of calcium and phosphorus. **Poultry Science**, Ithaca, New York, v. 82. p. 1415-1422, 2003.
- KORELESKI, J. Efficacy of different levels of a cholecalciferol 25-OH-derivative in diets with two limestone in laying hen nutrition. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Balice, Poland, v.14, p. 305-315, 2005.
- HOY, D.A.; RAMBERG, C.F.; HORST, R.L. Evidence that discrimination against ergocalciferol by the chick is the result of enhanced metabolic clearance rates for its mono- and dihydroxylated metabolites. **Journal of Nutrition**, Ames, Pennsylvania, v.18, p.633-63, 1988.
- IZAT, A.L.; GARDNER, F.A.; MELLOR, D.B. Effect of age of birds and season of the year on egg quality Shell. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.64, p.1900-1985, 1996.
- KUBOTA, M.; ABE, E.; SHINKI, T.; SUDA, T. Vitamin D metabolism and its possible role in the developing chick embryo. **Biochemistry Journal**, Tokyo, Japan, v.194, p.103-109, 1981.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 4<sup>th</sup> ed. Guelph, Ontario: University of Guelph. Department of Animal & Poultry Science, 2001. 587p.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 3<sup>th</sup> ed. Guelph, Ontario: University of Guelph. Department of Animal & Poultry Science, 2005. 398p.
- McLOUGHLIN, C.P.; SOARES, J. H. Jr. A study of the effects of 25-hydroxycholecalciferol and calcium source on egg shell quality. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.55, p.1400-1410, 1976.
- MATTILA, P.; LEHIKONEN, K.; KIISKINEM, T.; PIRONEN, V. Cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol content of chicken egg yolk as affected by the cholecalciferol content of feed. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Jokioinen, Finland, v. 47, p.4089-4092, 1999.
- MUNDY, G.R.; GUISE, T.A. Hormonal control of calcium homeostasis. **Clinical Chemistry**, San Antonio, Texas, v. 45, p.1347-1352, 1999.

- McNUTT, K.W.; HAUSSLER, M.R. Nutritional effectiveness of 1,25-dihydroxy cholecalciferol in preventing rickets in chicks. **Journal Nutrition**, Tucson, Arizona, v. 103, p. 681-689, 1973
- MYRTLE, J.F.; NORMAN, A.W. Vitamin D: A cholecalciferol metabolite highly active in promoting intestinal calcium transport. **Science**, Riverside, California, v. 171, p. 79-82, 1971.
- NARBAITZ, R.; TOLNAY, S. Effects produced by the administration of high doses of 1,25-dihydroxycholecalciferol to the chick embryo. **Calcified Tissue International**, Ottawa, Ontario, v. 26, p. 221-226, 1978.
- NARBAITZ, R.; STUMPF, W.; SAR, M.; DeLUCA, H.F. Auto radiographic demonstration of target cells for 1,25-dihydroxycholecalciferol in the chick embryo chorioallantoic membrane, duodenum, and parathyroid glands. **General end Comparative Endocrinology**, Madison, Wisconsin, v.42, p.0283-289,1980.
- NARBAITZ, R.; STUMPF, W.E.; SAR, M. The role of autoradiographic and immunocytochemical techniques in the clarification of sites of metabolism and action of vitamin D. **The Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, Seattle, Washington, v.29, p.91-100, 1981.
- NARBAITZ, R.; FRAGISKOS, B. Hypervitaminosis D in the chick embryo: comparative study on the activity of various vitamin D<sub>3</sub> metabolites. **Calcified Tissue International**, Ottawa, Ontario, v.36, p. 392-400, 1984.
- NARBAITZ, R.; KAVEW, S.; SITWELL, K. The role of vitamin D<sub>3</sub> metabolites on the regulation of carbonic anhydrase activity in the chorionic epithelium of the chick embryo. **Annals of the New York Academy of Sciences**, Ontario, Canada, v. 429, p. 479-480,1984.
- NARBAITZ, R.; TSANG, C.P.W.; GRUNDER, A.A. Effects of vitamin D deficiency in the chicken embryo. **Calcified Tissue International**, Ottawa, Ontario, v.40, p.109-113, 1987.
- NARBAITZ, R.; TSANG, C.P.W. Vitamin deficiency in the chick embryo: effects on prehatching motility and on the growth and differentiation of bones, muscles and parathyroid glands. **Calcified Tissue International**, Canadá, Ottawa, v.44, p.348-355, 1989.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4.ed. Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan, 2005. 1119 p.
- NORMAN, A.W. The vitamin D endocrine system. **Physiologist**, Charleston, South Carolina, v. 28, p. 219-231, 1985.
- NORMAN, A. Studies on the vitamin D endocrine system in the avian. **Journal of**

- Nutrition**, Riverside, California, v.117, p.797-807, 1987.
- NORMAN, A. Intestinal calcium absorption: a vitamin D-hormone-mediated adaptive response. **American Journal Clinical Nutrition**, Riverside, California, v.51, p.290-300, 1990.
- NORMAN, A.; HURWITZ, S.; The role of the vitamin D endocrine system in avian bone biology. **Journal of Nutrition**, Riverside, California, v.123, p.310-316, 1993.
- NORMAN, A.W.; SERGEEV, I.N.; BISHOP, J.E.; OKAMURA, W. Selective biological response by target organs (intestine, kidney, and bone) to 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> and two analogues. **Cancer Research**, Riverside, California, v.53, p.3935-3942, 1993.
- NORMAN, A.W. Minireview Vitamin D receptor: new assignments for an already busy receptor. **Endocrinology**, Riverside, California, v.147, p.5542-5548, 2006.
- NYS, Y.; GAUTRON, J.; RUIZ, J.M.G.; HINCKE, M. Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. **General Palaeontology**, Nouzilly, France v.3, p.549-562, 2004
- PACKARD, M.J.; LOHMILLER, L.D. Mineral status of embryos of domestic fowl following exposure in vivo to the carbonic anhydrase inhibitor acetazolamide. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Fort Collins, Colorado, v.132, p.257-265, 2002.
- RAMANOFF, A. L. **Biochemistry of the avian embryo. A quantitative analysis of prenatal development**. New York : Wiley & Sons, 1967.
- ROBINSON, F.E.; WILSON, J.L.; YU, M.W.; FASENKO, G.M.; HARDIN, R.T. The relationship between body weight and reproductive efficiency in Meat-Type chickens **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.72, p. 912-922, 1993.
- ROBINSON, F.E.; RENEMA, R.A.; **Female reproduction: control of ovarian function**. In: ROBINSON, F.E.; FASENKO, G.M., RENEMA, R.A. Optimizing chick productions in broiler breeders. [S.l.] : Spotted Cow Press, 2003.
- ROCHE. **Milligrams of HyD and ICUs of Vitamin D<sub>3</sub>**. [S.l.], 2007.
- ROLAND, Sr., D.A.; HARMS, R.H. The lack of response of 25-hydroxy-vitamin D<sub>3</sub> on egg shell quality or other criteria in laying hens. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.55, p.1983-1985, 1976.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 2ed. Viçosa, MG : [s.n.], 2005.
- ROTH, J.; THORENS, B.; HUNZIKER, W.; NORMAN, A.W.; ORCI, L. Vitamin D-dependent calcium binding protein: immunocytochemical localization in chick

- kidney. **Science**, Washington, DC v. 214, p.197, 1981.
- SAS Institute. **SAS User's guide**: Statistics. Version 8.0 Edition. Cary, NC, 2001.
- SEO,E.;EINHORN, T.; NORMAN, A. 24R,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>: an essential vitamin D<sub>3</sub> metabolite for both normal bone integrity and healing of tibial fracture in chicks. **Endocrinology**, New York, New York, v.138, p.3864-3872, 1997.
- SHEN, H.; SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Egg production and shell quality of layers fed various levels of vitamin D<sub>3</sub>. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.60, p. 1485-1490, 1981.
- SHEN, H.; SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Influence of a vitamin D deficiency on egg shell, membrane, and egg shell weight. **Poultry Science**, Savoy, Illinois v.61, p. 746-749, 1982.
- SMITH, C., MARKS, A.D.; LIEBERMAN, M. **Bioquímica médica básica de marks**. 2<sup>th</sup> ed. Artmed, 2007. 990p.
- SITRIN, M.D; PLLACK, K.L.; BOLT, M.J.; ROSEBERGH, I.H. Comparison of vitamin D and 25-hydroxyvitamin D absorption in the rat. **American Journal Physiology**, Bethesda, Maryland, v.242, p. 326-332, 1982.
- SOARES, JR; J.H.; KERR, J.M.; GRAY, R.W. 25-hydroxycholecalciferol in poultry nutrition. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.74, p.1919-1934, 1995.
- STEVENS, V.I.; BLAIR, R.; SALMON, R.E.; Influence of maternal Vitamin D<sub>3</sub> carry-over on kidney 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub>-1-hydroxylase activity of poult. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.63, p.765-774, 1983.
- STEVENS, V.I.; BLAIR, R. Anti-rachitic effects in poult of vitamin D<sub>3</sub>, 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub>, and 1-alpha-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> when fed with different levels of available phosphorus. **Nutrition Reports International**, Saskatoon, Canada, v.35, p.755-764, 1987.
- SUNDE, M.L.; TURK, C.M.; DeLUCA, H.F.; The essentiality of vitamin D metabolites for embryonic chick development. **Science**, Washington, DC v.20 n.4345, p.1067-1069, 1978.
- SWENSON, M.J.; REECE, W.O. Vitaminas. In: DUKES. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11ed. Rio de Janeiro : Guanabara Krogan, 1996. 856p.
- TIAN, X.Q.; CHEN. T.C.; LU, Z.;SHAO, Q.; HOLICK, M. Characterization of the translocation process of vitamin D<sub>3</sub> from the skin into the circulation. **Endocrinology**, Boston, Massachusetts, v.135, p.655-661, 1994.
- TUAN, R.S.; SCOTT, W. Calcium-binding protein of chorioallantoic membrane:

- identification and developmental expression. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Rockefeller, New York, v.74, p.1946-1949, 1977.
- TUAN, R.S.; ZRIKE, J.; Functional involvement of carbonic anhydrase in calcium transport of the chick chorioallantoic membrane. **Biochemistry Journal**, Boston, Massachusetts, v. 176, p.67-74, 1978.
- TUAN, R.S. Calcium-transport function of the chick embryonic chorioallantoic membrane. II functional involvement of calcium-binding protein,  $Ca^{2+}$ -Atp ase and carbonic anhydrase. **Journal Cell Science**, Philadelphia, Pennsylvania, 82, p. 85-97, 1986.
- TURNER, R.T.; JAMES, G.S.; BELL, N. Regulation of 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> metabolism in chick embryo. **American Journal Physiology**, Charleston, South Carolina, v.252, p.38-43, 1987.
- VIEIRA, S.L., MORAN Jr., E.T. Comparison of eggs and chicks from broiler breeders of extremely different age. **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, Illinois, v.7, p.372-376, 1998.
- ZAKARIA, A.H., PLUMSTEAD, P.W., ROMERO-SANCHEZ, H.; LEKSRIOMPONG, N.; OSBORNE, J.; BRAKE, J. Oviposition pattern, egg weight, fertility, and hatchability of young and old broiler breeders. **Poultry Science**, Savoy, Illinois, v.84, p.1505-1509, 2005.
- WARD, N.E. Consideration of vitamin D<sub>3</sub> absorption may be needed. **Feedstuffs**, v. 76, n.4, 2004.
- WASSERMAN, R.H.; SMITH C.A., SMITH, C.M.; BRINDAK, M.E., FULLMER, C.S., KROOK, L.; PENNISTON, J.T.; KUMAR, R. Immunohistochemical localization of a calcium pump and calbindin-D<sub>28k</sub> in the oviduct of the laying hen. **Journal Histochemistry and Cell Biology**, Berlin, Heidelberg, v. 96, n. 5, v. 413-418, 1991.
- WASSERMAN, R.H.; TAYLOR, A.N. Vitamin D<sub>3</sub>-induced calcium-binding protein in chick intestinal mucosa. **Science**, Washington, DC, v.152, p.791-793, 1966.
- YARGER, J.G.; QUARLES, C.L; HOLLIS, B.W; GRAY, R.W. Safety of 25-hydroxycholecalciferol as a source of cholecalciferol in poultry rations. **Poultry Science**, Naperville, Illinois, v.74, p.1437-1446, 1995a.
- YARGER, J.G.; SAUNDERS, C.A.; McNAUGHTON, J.L., QUARLES, C.L.; HOLLIS, B.W.; GRAY, RW. Comparison of dietary 25-hydroxycholecalciferol and cholecalciferol in broiler chickens. **Poultry Science**, Naperville, Illinois, v. 74, p.1159-1167, 1995b.



## **8. APÊNDICES**

## 8.1. Temperaturas observadas durante o experimento.

### APÊNDICE 1. Controle das condições ambientais mensuradas através de termômetro digital.

Controle Temperatura				
Data	Preconizado	T°C e UR (%) Máxima	T°C e UR (%) Mínima	Clima
10/jun	18-21°C	28°C 81%	19°C 34%	chuva
11/jun	18-21°C	20,7°C 96%	13,4°C 70%	nublado
12/jun	18-21°C	21,4°C 84%	10,3°C 74%	sol
13/jun	18-21°C	24,7°C 84%	9,6°C 4,6%	sol
14/jun	18-21°C	24,8°C 87%	13°C 46%	nublado
15/jun	18-21°C	23,4°C 92%	17,1°C 67%	chuva
16/jun	18-21°C	21,7°C 90%	15,8°C 74%	sol
17/jun	18-21°C	20,4°C 84%	14,3°C 49%	nublado
18/jun	18-21°C	20,7°C 84%	15,4°C 59%	sol
19/jun	18-21°C	25,7°C 85%	16°C 51%	sol
20/jun	18-21°C	26,4°C 85%	17,7°C 45%	nublado
21/jun	18-21°C	27°C 84%	27°C 46%	chuva
22/jun	18-21°C	19,9°C 88%	12,6°C 13%	sol
23/jun	18-21°C	22,2°C 87%	13, °C 57%	nublado
24/jun	18-21°C	21,4°C 88%	16,8°C 46%	sol
25/jun	18-21°C	25,1°C 89%	17°C 43%	sol
26/jun	18-21°C	28,4°C 92%	15,5°C 41%	nublado/chuva
27/jun	18-21°C	20,9°C 93%	13,7°C 41%	sol
28/jun	18-21°C	21,5°C 92%	10,6°C 46%	chuva
29/jun	18-21°C	20,4°C 83%	12,4°C 47%	sol
30/jun	18-21°C	22,5°C 83%	14,3°C 41%	sol
1/jul	18-21°C	21,7°C 85%	16,2°C 45%	sol
2/jul	18-21°C	23,6°C 87%	18,3°C 45%	nublado
3/jul	18-21°C	21,5°C 88%	18,1°C 56%	sol/nublado
4/jul	18-21°C	25,5°C 87%	16,8°C 50%	sol/nublado
5/jul	18-21°C	23,5°C 88%	17,2°C 57%	sol/nublado
6/jul	18-21°C	25,1°C 84%	16,2°C 52%	sol
7/jul	18-21°C	25,2°C 85%	16,7°C 43%	sol/nublado
8/jul	18-21°C	26,2°C 88%	16,9°C 46%	sol
9/jul	18-21°C	28,2°C 90%	19,6°C 41%	sol
10/jul	18-21°C	24,6°C 78%	12,6°C 39%	sol/nublado
11/jul	18-21°C	20,0°C 79%	12,9°C 38%	sol
12/jul	18-21°C	24,8°C 85%	14,8°C 50%	sol
13/jul	18-21°C	31,0°C 79%	16,8°C 33%	sol
14/jul	18-21°C	30,7°C 83%	17,9°C 31%	nublado/chuva
15/jul	18-21°C	21,5°C 88%	16,4°C 76%	chuva
16/jul	18-21°C	23,1°C 92%	16,8°C 77%	nublado/chuva
17/jul	18-21°C	22,1°C 91%	18,8°C 76%	sol
18/jul	18-21°C	26,8°C 87%	18,6°C 50%	sol/nublado
19/jul	18-21°C	27,2°C 86%	17,6°C 48%	sol
20/jul	18-21°C	26,8°C 78%	15,6°C 48%	sol
21/jul	18-21°C	25,7°C 81%	16,7°C 41%	sol
22/jul	18-21°C	28,0°C 80%	16,8°C 36%	sol
23/jul	18-21°C	24,3°C 78%	16,4°C 29%	nublado/chuva
24/jul	18-21°C	20,7°C 86%	16,7°C 56%	chuva
25/jul	18-21°C	21,8°C 91%	18,0°C 74%	nublado/chuva
26/jul	18-21°C	22,9°C 97%	19,5°C 84%	chuva
27/jul	18-21°C	23,1°C 96%	18,3°C 75%	chuva
28/jul	18-21°C	23,6°C 95%	18,3°C 80%	sol/nublado
29/jul	18-21°C	23,5°C 90%	15,1°C 31%	nublado
30/jul	18-21°C	18,4°C 77%	10,1°C 38%	sol
31/jul	18-21°C	17,8°C 76%	8,8°C 32%	sol
1/ago	18-21°C	17,5°C 77%	9,9°C 31%	sol
2/ago	18-21°C	18,7°C 77%	9,3°C 34%	sol

3/ago	18-21°C	18,7°C 87%	13,4°C 37%	sol/nublado
4/ago	18-21°C	20,8°C 92%	14,6°C 57%	nublado
5/ago	18-21°C	24,1°C 92%	16,6°C 5%	nublado
6/ago	18-21°C	26,0°C 91%	17,8°C 58%	nublado/chuva
7/ago	18-21°C	21,6°C 95%	18,4°C 83%	sol/nublado
8/ago	18-21°C	29,4°C 95%	18,5°C 48%	sol
9/ago	18-21°C	27,3°C 87%	19,7°C 52%	sol
10/ago	18-21°C	31,6°C 84%	19,2°C 26%	sol
11/ago	18-21°C	23,3°C 82%	16,4°C 34%	nublado/chuva
12/ago	18-21°C	23,7°C 88%	17,7°C 72%	sol
13/ago	18-21°C	26,2°C 90%	19,8°C 51%	chuva
14/ago	18-21°C	28,1°C 92%	18,9°C 60%	nublado/chuva
15/ago	18-21°C	23,7°C 95%	18,2°C 77%	nublado
16/ago	18-21°C	20,9°C 89%	14,4°C 63%	chuva
17/ago	18-21°C	19,6°C 94%	12,6°C 64%	nublado
18/ago	18-21°C	19,7°C 85%	14,6°C 63%	chuva
19/ago	18-21°C	18,6°C 84%	12,4°C 52%	sol
20/ago	18-21°C	20,5°C 80%	12,5°C 32%	sol
21/ago	18-21°C	21,3°C 75%	10,6°C 36%	sol
22/ago	18-21°C	19,5°C 74%	9,2°C 26%	sol
23/ago	18-21°C	20,0°C 77%	10,5°C 27%	sol
24/ago	18-21°C	24,8°C 78%	14,1°C 28%	sol
25/ago	18-21°C	26,7°C 80%	14,2°C 26%	sol
26/ago	18-21°C	29,3°C 76%	16,2°C 26%	nublado
27/ago	18-21°C	19,4°C 79%	13,8°C 39%	sol/nublado
28/ago	18-21°C	23,0°C 90%	13,9°C 47%	sol
29/ago	18-21°C	20,4°C 77%	10,5°C 25%	sol
30/ago	18-21°C	19,5°C 75%	12,7°C 24%	sol
31/ago	18-21°C	-	15,8°C 36%	sol
1/set	18-21°C	24,3°C 80%	16,8°C 46%	sol
2/set	18-21°C	22,7°C 87%	15,5°C 57%	nublado
3/set	18-21°C	18,8°C 80%	12,7°C 52%	nublado
4/set	18-21°C	17,1°C 77%	8,4°C 24%	sol
5/set	18-21°C	16,6°C 79%	10,2°C 32%	sol
6/set	18-21°C	18,4°C 77%	8,8°C 28%	sol
7/set	18-21°C	19,4°C 78%	10,3°C 32%	sol
8/set	18-21°C	23,1°C 79%	16,0°C 26%	nublado/chuva
9/set	18-21°C	23,0°C 85%	16,3°C 44%	nublado
10/set	18-21°C	25,8°C 85%	16,2°C 45%	nublado
11/set	18-21°C	17,0°C 81%	18,2°C 45%	sol
12/set	18-21°C	32,2°C 87%	22,3°C 30%	nublado
13/set	18-21°C	25,7°C 78%	15,3°C 34%	chuva
14/set	18-21°C	21,1°C 88%	14,7°C 76%	nublado
15/set	18-21°C	24,6°C 86%	18,9°C 69%	chuva
16/set	18-21°C	21,8°C 87%	15,2°C 67%	sol
17/set	18-21°C	24,7°C 83%	13,9°C 26%	sol
18/set	18-21°C	23,4°C 84%	17,1°C 36%	sol
19/set	18-21°C	27,4°C 83%	16,7°C 27%	sol
20/set	18-21°C	27,8°C 79%	16,3°C 37%	nublado/chuva
21/set	18-21°C	23,0°C 86%	19,1°C 71%	nubaldo
22/set	18-21°C	23,3°C 87%	18,4°C 55%	sol
23/set	18-21°C	27,7°C 82%	17,8°C 45%	nubaldo/sol
24/set	18-21°C	23,4°C 77%	15,9°C 39%	sol
25/set	18-21°C	21,4°C 73%	13,6°C 28%	sol
26/set	18-21°C	22,7°C 72%	13,9°C 38%	sol
27/set	18-21°C	25,0°C 78%	17,3°C 28%	sol
28/set	18-21°C	27,3°C 77%	18,9°C 32%	nublado
29/set	18-21°C	24,4°C 74%	16,3°C 42%	nublado
30/set	18-21°C	23,4°C 70%	14,0°C 44%	sol
1/out	18-21°C	25,4°C 74%	18,6°C 37%	nublado
2/out	18-21°C	24,0°C 79%	17,5°C 52%	sol
3/out	18-21°C	28,5°C 81%	20,2°C 42%	nublado/sol

4/out	18-21°C	31,2°C 78%	22,0°C 37%	nublado
5/out	18-21°C	30,2°C 80%	22,4°C 36%	chuva
6/out	18-21°C	25,0°C 86%	16,9°C 51%	nublado
7/out	18-21°C	22,4°C 78%	15,4°C 49%	nublado
8/out	18-21°C	23,6°C 81%	18,8°C 56%	sol
9/out	18-21°C	24,4°C 74%	17,3°C 38%	sol
10/out	18-21°C	30,7°C 77%	21,1°C 40%	sol
11/out	18-21°C	33,3°C 81%	21,8°C 36%	nublado
12/out	18-21°C	27,0°C 82%	18,9°C 59%	nublado
13/out	18-21°C	25,9°C 81%	21,8°C 57%	nublado
14/out	18-21°C	27,5°C 81%	23,3°C 48%	sol
15/out	18-21°C	32,7°C 83%	22,6°C 44%	nublado
16/out	18-21°C	23,6°C 82%	17,3°C 34%	sol
17/out	18-21°C	23,7°C 73%	17,8°C 43%	sol
18/out	18-21°C	23,8°C 72%	18,0°C 45%	nublado
19/out	18-21°C	24,0°C 72%	21,0°C 51%	nublado
20/out	18-21°C	22,7°C 74%	16,8°C 55%	nublado
21/out	18-21°C	23,7°C 74%	13,2°C 47%	sol
22/out	18-21°C	28,5°C 74%	17,4°C 32%	sol
23/out	18-21°C	27,6°C 73%	19,2°C 36%	sol
24/out	18-21°C	29,9°C 72%	21,4°C 32%	sol
25/out	18-21°C	31,2°C 73%	20,1°C 33%	sol
26/out	18-21°C	33,8°C 71%	21,9°C 27%	nublado
27/out	18-21°C	24,8°C 70%	15,8°C 45%	sol
28/out	18-21°C	27,6°C 73%	17,6°C 38%	sol
29/out	18-21°C	28,0°C 74%	20,1°C 36%	sol
30/out	18-21°C	30,9°C 79%	19,2°C 33%	sol
31/out	18-21°C	32,2°C 81%	21,6°C 42%	nublado
1/nov	18-21°C	25,2°C	22,2°C	sol
2/nov	18-21°C	26,7°C	19,9°C	sol
3/nov	18-21°C	28,3°C	17,2°C	sol
4/nov	18-21°C	30,6°C	18,6°C	sol
5/nov	18-21°C	24,2°C	20,1°C	sol
6/nov	18-21°C	30,6°C	20,7°C	chuva
7/nov	18-21°C	28,4°C	16,5°C	sol
8/nov	18-21°C	25,3°C	12,2°C	sol
9/nov	18-21°C	25,9°C	10,2°C	sol
10/nov	18-21°C	27,1°C	11,0°C	sol
11/nov	18-21°C	29,9°C	18,3°C	sol
12/nov	18-21°C	25,0°C	16,2°C	sol
13/nov	18-21°C	26,1°C	19,1°C	sol
14/nov	18-21°C	30,2°C	20,1°C	sol
15/nov	18-21°C	34,3°C	23,2°C	sol
16/nov	18-21°C	37,7°C	23,2°C	sol
17/nov	18-21°C	24,4°C	20,0°C	chuva
18/nov	18-21°C	22,1°C	17,9°C	chuva
19/nov	18-21°C	23,8°C	16,7°C	chuva
20/nov	18-21°C	24,7°C	15,6°C	sol
21/nov	18-21°C	30,7°C	20,6°C	sol
22/nov	18-21°C	35,0°C	18,9°C	sol
23/nov	18-21°C	31,8°C	22,1°C	sol
24/nov	18-21°C	33,5°C	22,3°C	sol
25/nov	18-21°C	25,5°C	19,9°C	chuva
26/nov	18-21°C	25,8°C	18,3°C	nublado
27/nov	18-21°C	23,9°C	19,2°C	nublado
28/nov	18-21°C	28,8°C	20,9°C	nublado
29/nov	18-21°C	22,6°C	19,6°C	nublado
30/nov	18-21°C	26,7°C	18,6°C	sol
1/dez	18-21°C	31,8°C	20,6°C	sol
2/dez	18-21°C	33,7°C	20,3°C	sol
3/dez	18-21°C	34,4°C	23,4°C	sol
4/dez	18-21°C	32,6°C	20,5°C	sol

5/dez	18-21°C	28,2°C	21,7°C	sol
6/dez	18-21°C	27,0°C	16,6°C	sol
7/dez	18-21°C	27,7°C	19,2°C	sol
8/dez	18-21°C	28,5°C	20,9°C	nublado
9/dez	18-21°C	32,6°C	21,6°C	sol
10/dez	18-21°C	33,0°C	22,6°C	sol
11/dez	18-21°C	33,3°C	22,5°C	sol
12/dez	18-21°C	35,3°C	22,7°C	sol
13/dez	18-21°C	33,0°C	23,2°C	sol
14/dez	18-21°C	38,4°C	24,3°C	sol
15/dez	18-21°C	37,1°C	24,1°C	sol
16/dez	18-21°C	35,8°C	23,9°C	sol
17/dez	18-21°C	38,2°C	24,1°C	sol
18/dez	18-21°C	27,3°C	23,7°C	chuva
19/dez	18-21°C	33,4°C	22,4°C	sol
20/dez	18-21°C	-	-	-
21/dez	18-21°C	30,7°C	20,9°C	sol
22/dez	18-21°C	32,7°C	21,1°C	sol
23/dez	18-21°C	35,8°C	21,2°C	sol
24/dez	18-21°C	29,0°C	22,2°C	chuva
25/dez	18-21°C	30,9°C	18,8°C	sol
26/dez	18-21°C	33,4°C	18,5°C	sol
27/dez	18-21°C	34,0°C	23,3°C	sol
28/dez	18-21°C	34,7°C	23,6°C	sol
29/dez	18-21°C	37,8°C	22,4°C	sol
30/dez	18-21°C	-	-	-
31/dez	18-21°C	-	-	-
1/jan	18-21°C	36,6°C	24,6°C	sol
2/jan	18-21°C	37,3°C	24,6°C	sol
3/jan	18-21°C	36,2°C	25,5°C	sol
4/jan	18-21°C	35,2°C	25,5°C	sol
5/jan	18-21°C	34,5°C	24,5°C	nublado
6/jan	18-21°C	32,4°C	20,4°C	nublado
7/jan	18-21°C	32,1°C	21,2°C	sol
8/jan	18-21°C	31°C	21,7°C	sol
9/jan	18-21°C	35,2°C	22,8°C	sol
10/jan	18-21°C	37,7°C	25,8°C	sol/nublado
11/jan	18-21°C	36,9°C	24,2°C	sol/chuva
12/jan	18-21°C	35°C	19,6°C	sol
13/jan	18-21°C	36,2°C	21,3°C	nublado
14/jan	18-21°C	31°C	15,8°C	sol
15/jan	18-21°C	32,3°C	17,3°C	sol
16/jan	18-21°C	30,8°C	21,3°C	nublado
17/jan	18-21°C	32,2°C	22,9°C	sol/chuva
18/jan	18-21°C	31,3°C	22,1°C	sol
19/jan	18-21°C	36°C	22,2°C	chuva
20/jan	18-21°C	25,8°C	19,9°C	nublado
21/jan	18-21°C	26,9°C	17,3°C	sol
22/jan	18-21°C	31,5°C	21,5°C	sol
23/jan	18-21°C	36,4°C	23,4°C	sol
24/jan	18-21°C	37,3°C	25°C	sol/chuva
25/jan	18-21°C	36,5°C	25,2°C	sol/chuva
26/jan	18-21°C	27,7°C	24,3°C	sol
27/jan	18-21°C	33,8°C	24,8°C	chuva
28/jan	18-21°C	27°C	22,3°C	chuva
29/jan	18-21°C	28°C	21,3°C	sol/chuva
30/jan	18-21°C	32,7°C	23,2°C	sol
31/jan	18-21°C	32,8°C	20,2°C	sol
1/fev	18-21°C	35,3°C	22,7°C	sol
2/fev	18-21°C	36,5°C	19,4°C	sol
3/fev	18-21°C	38°C	19°C	sol
4/fev	18-21°C	35,6°C	24,3°C	sol

5/fev	18-21°C	34,8°C	24,3°C	sol/chuva
6/fev	18-21°C	36,9°C	24,7°C	sol/chuva
7/fev	18-21°C	33°C	18°C	sol/chuva
8/fev	18-21°C	31,9°C	20,6°C	sol
9/fev	18-21°C	32,8°C	22,9°C	sol
10/fev	18-21°C	28,5°C	17,1°C	sol/chuva
11/fev	18-21°C	-	-	-
12/fev	18-21°C	29,3°C	18,7°C	sol
13/fev	18-21°C	34,2°C	20,8°C	nublado
14/fev	18-21°C	35,3°C	20,9°C	sol
15/fev	18-21°C	38°C	25,3°C	sol
16/fev	18-21°C	28,8°C	21,2°C	chuva
17/fev	18-21°C	29,7°C	17,7°C	nublado
18/fev	18-21°C	26,2°C	18,2°C	nublado
19/fev	18-21°C	27,4°C	22,5°C	nublado
20/fev	18-21°C	30,9°C	24°C	nublado
21/fev	18-21°C	32,6°C	23,5°C	nublado/chuva
22/fev	18-21°C	-	-	-
23/fev	18-21°C	30,8°C	21,9°C	chuva
24/fev	18-21°C	-	-	-
25/fev	18-21°C	33,4°C	22,1°C	sol
26/fev	18-21°C	35,8°C	21,5°C	sol
27/fev	18-21°C	35,6°C	24,4°C	sol
28/fev	18-21°C	36,6°C	24,1°C	sol/chuva
1/mar	18-21°C	37,3°C	21,7°C	sol/chuva
2/mar	18-21°C	27,8°C	23,7°C	chuva/nublado
3/mar	18-21°C	37,4°C	21,9°C	sol
4/mar	18-21°C	34,8°C	25,1°C	sol/chuva
5/mar	18-21°C	34,8°C	23,9°C	sol
6/mar	18-21°C	36,1°C	22,6°C	sol/chuva
7/mar	18-21°C	31,9°C	25,1°C	nublado
8/mar	18-21°C	36,8°C	22,7°C	sol
9/mar	18-21°C	-	-	chuva
10/mar	18-21°C	29,9°C	18,3°C	sol
11/mar	18-21°C	32°C	22,2°C	sol
12/mar	18-21°C	33,6°C	21,8°C	sol/chuva
13/mar	18-21°C	-	-	-
14/mar	18-21°C	32,8°C	23,7°C	sol
15/mar	18-21°C	33,3°C	22,9°C	chuva
16/mar	18-21°C	31,4°C	20,3°C	chuva/nublado
17/mar	18-21°C	29,5°C	20,7°C	chuva/nublado
18/mar	18-21°C	25,8°C	20,9°C	chuva
19/mar	18-21°C	25,7°C	21,6°C	chuva
20/mar	18-21°C	-	-	chuva
21/mar	18-21°C	27,7°C	21,6°C	chuva
22/mar	18-21°C	32,5°C	21,8°C	sol
23/mar	18-21°C	35,4°C	22,6°C	sol
24/mar	18-21°C	-	-	nublado
25/mar	18-21°C	28,2°C	22,6°C	sol
26/mar	18-21°C	34,5°C	21,3°C	nublado
27/mar	18-21°C	34,3°C	23,4°C	sol/chuva
28/mar	18-21°C	34,8°C	23,8°C	sol/chuva
29/mar	18-21°C	35,7°C	24,9°C	sol
30/mar	18-21°C	37°C	24,3°C	sol
31/mar	18-21°C	-	-	-

APÊNDICE 2. Temperatura ambiental durante a mensuração da gravidade específica dos ovos.

Semana	Temperatura da sala	Temperatura da solução
35	19,2°C	16,7°C
40	13,0°C	17,7°C
56	25,6°C	22,5°C
60	29,9°C	27,1°C
67	28,6°C	26,5 °C

**8.2. DADOS BRUTOS RELATIVOS AO DESEMPENHO DAS  
REPRODUTORAS PESADAS NO PERÍODO DAS 32 ÀS 67 SEMANAS DE  
IDADE.**

APÊNDICE 3. Peso médio das matrizes pesadas.

Tratamento	Peso das aves								
	29	32	35	41	45	49	56	61	67
T1	3,261	3,112	3,525	3,868	3,537	3,874	4,217	4,336	4,418
T1	3,361	3,264	3,275	3,799	3,686	3,955	4,127	4,310	4,377
T1	3,324	2,866	3,454	3,863	3,679	4,015	4,172	4,351	4,503
T1	3,422	3,336	3,366	3,792	3,606	3,886	4,074	4,222	4,284
T1	3,130	3,092	3,513	3,844	3,696	3,977	4,228	4,456	4,429
T1	3,289	3,184	3,396	3,785	3,590	3,941	4,130	4,286	4,364
T1	3,345	3,186	3,524	3,847	3,579	3,913	4,159	4,329	4,421
T1	3,381	3,389	3,396	3,816	3,658	4,082	4,280	4,387	4,431
T2	3,100	3,126	3,415	3,758	3,662	3,921	4,222	4,336	4,579
T2	3,317	3,346	3,491	3,851	3,607	3,977	4,199	4,363	4,512
T2	3,481	3,124	3,443	3,830	3,680	3,927	4,128	4,220	4,346
T2	3,454	3,242	3,443	3,917	3,586	4,128	4,357	4,593	4,613
T2	3,258	3,204	3,506	3,819	3,726	4,135	4,423	4,462	4,524
T2	3,323	3,324	3,563	3,888	3,637	4,022	4,235	4,355	4,435
T2	3,333	3,128	3,412	3,760	3,671	3,899	4,079	4,191	4,205
T2	3,411	3,114	3,395	3,819	3,587	3,858	4,172	4,253	5,921
T3	3,207	3,102	3,468	3,830	3,652	4,042	4,277	4,356	4,432
T3	3,247	3,350	3,481	3,824	3,635	4,050	4,246	4,356	4,472
T3	3,241	3,166	3,463	3,866	3,581	4,001	4,192	4,292	4,522
T3	3,486	3,178	3,326	3,698	3,664	3,907	4,128	4,242	4,365
T3	3,085	2,976	3,368	3,769	3,572	3,860	4,053	4,128	4,258
T3	3,282	3,218	3,382	3,762	3,512	3,918	4,122	4,212	4,223
T3	3,440	3,052	3,366	3,797	3,568	3,874	4,112	4,223	4,288
T3	3,446	3,328	3,450	3,820	3,649	4,011	4,222	4,341	4,442
T4	3,105	3,246	3,548	3,844	3,712	3,945	4,047	4,122	4,312
T4	3,226	3,144	3,523	3,901	3,720	3,969	4,128	4,289	4,369
T4	3,430	3,362	3,457	3,842	3,522	4,045	4,197	4,352	4,475
T4	3,435	3,128	3,313	3,730	3,583	3,860	4,017	4,191	4,256
T4	3,179	3,372	3,533	3,908	3,552	4,022	4,226	4,369	4,545
T4	3,294	3,286	3,398	3,768	3,650	3,872	4,021	4,111	4,129
T4	3,356	3,098	3,509	3,778	3,696	3,887	4,123	4,295	4,413
T4	3,428	3,072	3,377	3,727	3,644	3,861	4,064	4,202	4,283



APÊNDICE 4. Dados brutos de produção de ovos no período compreendido das 32 às 67 semanas de idade.

	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T3	T3	T3	T3	T3	T3	T3	T3	T4	T4	T4	T4	T4	T4	T4	T4
32	88,7	86,5	86,4	84,4	74,4	84,3	82,7	87,1	83,6	91,7	81,2	88,4	81,4	82,1	83,7	80,0	77,1	84,3	84,3	86,4	87,3	90,7	73,7	74,8	89,3	85,7	84,4	82,9	87,2	83,5	84,4	83,0
33	81,2	84,9	79,3	86,4	76,7	84,3	83,5	85,7	80,0	83,5	81,2	87,1	79,3	85,0	81,6	81,4	77,1	82,9	84,3	83,6	84,1	87,1	74,4	75,0	78,6	82,1	83,0	82,9	82,7	88,7	83,0	79,6
34	78,9	85,7	78,6	83,0	77,4	80,0	78,2	80,0	76,4	82,0	82,7	77,6	85,0	79,3	83,0	78,9	79,3	82,9	78,6	81,4	84,9	86,4	78,2	75,0	82,1	80,7	85,0	75,7	78,6	82,7	82,3	81,0
35	78,9	86,5	75,7	81,6	79,7	81,4	82,7	80,0	79,3	82,0	79,7	85,7	77,9	77,9	83,7	80,5	81,4	82,9	82,1	77,1	84,9	83,6	77,4	76,4	78,6	82,9	81,6	79,3	72,1	80,5	83,0	81,6
36	80,5	75,4	70,7	76,0	75,9	80,0	78,9	75,0	77,1	80,5	79,7	76,9	76,4	68,6	79,6	79,7	79,3	80,0	73,6	84,9	83,3	79,3	68,4	71,4	75,0	78,6	76,2	71,4	62,9	78,9	73,5	76,9
37	74,4	72,2	62,9	74,0	74,6	73,6	75,2	70,7	77,1	74,4	75,9	71,4	71,4	66,4	68,0	73,7	77,9	76,4	67,9	76,2	78,6	75,7	69,2	70,7	74,3	76,4	74,8	70,0	70,0	74,4	67,3	74,8
38	75,9	73,0	69,3	76,0	79,4	76,4	80,5	72,9	85,7	78,2	81,2	72,8	71,4	70,7	74,8	78,2	78,6	79,3	71,4	79,4	82,5	77,9	64,7	70,0	73,6	80,7	76,9	65,7	72,1	75,2	72,8	76,9
39	80,2	72,2	75,7	76,6	80,2	78,6	84,2	77,9	80,7	78,9	75,2	77,6	80,0	64,3	76,2	74,4	78,6	79,3	72,9	83,3	82,5	82,1	68,4	71,4	78,6	80,0	81,0	72,9	72,9	82,7	77,6	76,2
40	81,7	77,0	79,3	75,3	78,6	81,4	81,2	78,6	78,6	83,5	78,2	78,9	80,7	71,4	75,5	72,9	82,1	77,1	80,7	78,6	79,4	79,3	74,4	70,7	80,0	82,9	76,9	76,4	71,4	78,9	81,6	80,3
41	72,2	75,4	74,3	73,4	79,4	82,9	81,2	77,1	74,3	78,9	75,2	76,9	80,0	75,7	75,5	74,4	82,1	77,1	73,6	84,1	83,3	82,9	72,9	62,9	77,9	82,1	76,2	71,4	74,3	77,4	81,6	74,8
42	74,6	80,2	72,1	61,7	74,6	77,1	73,7	80,7	79,3	78,9	72,9	72,8	77,9	79,3	74,8	72,2	76,4	76,4	76,4	79,4	80,2	70,7	76,7	69,3	76,4	76,4	74,1	81,4	65,0	73,7	78,9	72,1
43	74,6	73,0	75,7	63,9	76,2	82,9	79,7	73,6	76,4	74,4	75,9	76,2	75,0	71,4	77,6	72,9	75,0	75,0	73,6	76,2	76,2	71,4	77,4	67,9	75,0	74,3	75,5	71,4	67,1	72,9	78,2	73,5
44	70,6	73,0	71,4	66,0	75,4	78,6	69,2	76,4	74,3	75,2	75,2	73,5	77,1	73,6	75,5	72,9	74,3	72,9	67,1	77,8	74,6	75,0	69,9	63,6	70,7	67,1	73,5	65,7	70,0	70,7	73,5	67,3
45	70,6	74,6	69,3	66,7	74,6	76,4	74,4	72,1	77,1	72,9	72,2	71,4	75,0	73,6	75,5	69,9	71,4	73,6	67,9	72,2	75,4	71,4	76,7	67,1	73,6	71,4	72,8	67,9	63,6	72,2	72,8	72,1
46	73,8	73,8	70,0	63,9	75,4	69,3	75,9	72,9	72,9	74,4	74,4	70,7	70,7	75,0	75,5	69,9	73,6	68,6	67,9	73,0	75,4	72,9	69,9	62,9	65,7	70,7	68,7	65,7	66,4	66,9	72,8	68,0
47	61,1	69,8	61,4	59,2	70,6	70,7	66,9	64,3	64,3	71,4	67,7	66,7	71,4	69,3	67,3	66,9	75,7	70,7	65,7	69,0	72,2	67,1	65,4	60,0	65,0	65,7	63,9	62,1	60,2	67,7	71,4	67,3
48	61,1	71,4	66,9	61,2	72,2	70,7	74,4	66,4	68,6	68,4	64,7	71,4	66,4	67,1	66,0	67,7	71,4	67,9	63,6	76,2	66,7	72,9	57,9	59,3	68,6	72,1	63,3	62,1	63,9	69,9	66,4	64,6
49	65,1	77,8	66,2	61,2	65,9	69,3	73,7	70,7	69,3	70,7	67,7	68,7	72,9	67,1	68,0	69,9	70,0	70,0	65,0	72,2	68,3	65,7	69,3	59,3	65,7	67,9	68,0	62,9	63,9	70,7	75,7	66,0
50	55,6	69,0	66,9	60,5	72,2	71,4	71,4	64,3	65,0	66,2	60,9	68,0	66,4	65,7	63,9	65,4	67,1	70,0	65,7	69,8	61,9	61,4	65,7	57,1	64,3	65,7	60,5	61,4	58,6	66,2	69,3	60,5
51	60,3	67,5	62,4	59,2	68,3	72,1	62,4	62,9	66,4	68,4	64,7	63,9	65,0	62,1	63,3	62,4	68,6	65,7	62,9	68,3	65,9	65,7	67,1	53,6	65,0	67,1	57,8	60,0	57,9	67,7	66,4	59,9
52	57,9	65,1	66,2	53,1	66,7	69,3	66,9	62,1	60,7	61,7	66,9	66,7	67,1	67,1	63,3	63,2	70,0	68,6	63,6	68,3	69,0	67,1	70,0	60,0	66,4	65,7	61,9	62,1	57,1	65,4	69,3	57,1
53	58,7	64,3	61,7	53,7	66,7	62,1	60,2	62,9	64,3	63,2	63,2	70,7	62,1	65,7	63,3	61,7	65,0	65,0	61,4	69,0	59,5	63,6	62,1	53,6	55,0	62,9	53,7	53,6	54,9	60,2	67,1	52,4
54	57,1	64,3	59,4	58,5	65,1	65,7	64,7	62,1	59,3	66,9	63,9	64,6	65,0	66,4	63,3	62,4	65,7	65,0	60,7	62,7	57,9	61,4	62,1	52,1	57,9	64,3	61,9	50,7	51,9	64,7	69,3	51,0
55	65,9	61,9	55,6	55,8	66,7	68,6	65,4	60,7	62,9	69,2	66,9	63,9	70,0	67,1	70,1	60,2	72,1	61,4	66,4	72,2	54,0	65,7	67,1	56,4	55,0	61,4	64,6	55,0	53,4	60,9	69,3	56,5
56	61,9	63,5	61,7	58,5	67,5	65,0	66,2	63,6	60,0	66,2	64,7	66,0	62,1	68,6	59,9	58,6	65,0	58,6	59,4	64,3	58,7	61,1	60,0	52,9	58,6	66,4	61,2	51,4	61,9	58,6	68,6	52,1
57	63,5	60,3	57,9	58,5	68,3	62,1	61,7	65,0	62,1	67,7	61,7	61,9	68,6	65,0	61,9	60,2	62,9	58,6	60,9	65,1	61,3	62,7	57,1	52,9	55,7	57,1	64,6	45,7	59,5	60,9	69,3	57,9
58	57,9	55,6	54,9	54,4	65,1	62,9	58,6	57,1	56,4	60,9	61,7	57,8	64,3	57,9	61,2	56,4	62,9	60,0	54,9	57,9	57,1	57,1	54,3	48,9	55,7	52,1	64,6	38,6	61,1	59,4	63,6	55,0
59	61,1	62,7	56,4	50,3	59,5	67,1	58,6	60,0	58,6	65,4	60,9	52,4	57,9	55,7	56,5	46,6	62,1	59,3	57,9	61,1	58,8	63,5	60,0	55,6	50,7	57,9	63,9	46,6	53,2	54,9	64,3	57,9
60	58,7	57,1	56,3	54,4	61,9	65,7	56,4	55,7	63,2	66,9	60,9	57,1	56,4	57,1	55,8	54,1	61,4	52,9	56,4	60,3	56,3	57,1	57,9	54,9	56,4	55,7	65,3	51,9	54,0	53,4	62,1	53,6
61	63,5	57,9	57,9	53,7	58,8	60,7	55,6	57,1	61,7	60,9	63,2	55,1	57,1	59,3	58,5	57,1	61,4	52,1	58,6	58,7	56,3	61,9	52,9	56,4	48,6	53,6	60,5	47,4	54,8	54,9	65,0	50,0
62	50,8	55,6	50,8	46,9	59,7	61,4	54,1	56,4	61,7	62,4	55,6	52,4	52,1	52,1	61,4	56,4	59,3	52,1	46,6	58,7	52,1	59,5	47,9	59,5	42,9	51,4	59,9	55,6	57,1	56,4	60,7	45,7
63	52,4	50,8	58,7	45,6	56,3	57,1	57,9	56,4	58,6	58,6	57,1	61,9	50,7	54,3	52,9	56,3	57,9	54,3	51,1	58,7	59,7	54,0	54,3	57,1	47,9	52,9	63,3	45,9	55,6	57,1	57,1	48,6
64	53,2	55,6	62,7	41,5	51,3	62,9	63,2	51,4	60,2	61,7	63,2	53,7	56,4	51,4	52,1	59,5	63,6	58,6	53,4	62,7	54,6	51,6	54,3	56,3	45,0	52,1	63,3	53,2	54,8	55,6	67,9	51,4
65	45,2	50,8	52,4	41,5	47,9	55,7	63,9	49,3	58,6	58,6	59,4	53,7	53,6	53,6	53,6	54,0	60,0	57,9	42,9	61,9	56,3	56,3	52,9	57,9	42,9	56,4	53,1	53,2	54,0	54,9	58,6	42,9
66	50,0	50,8	57,1	46,9	52,1	56,4	59,4	49,3	57,1	58,6	54,1	54,4	47,9	52,1	57,1	53,2	57,1	57,1	47,6	53,2	50,4	54,8	50,7	53,2	50,4	52,1	55,1	49,2	51,6	43,6	60,7	45,7
67	47,6	55,6	54,8	48,3	50,4	54,3	56,4	54,3	55,6	50,4	59,5	48,3	47,9	47,9	54,3	57,9	62,1	55,0	42,9	55,6	56,3	54,8	54,3	48,4	54,1	54,3	54,4	46,8	52,8	44,4	63,6	46,4



APÊNDICE 06. Dados coletados e calculados para análise da  
qualidade dos ovos, %.

TRAT	Peso					
	Semana					
	35	40	50	56	60	67
T1	62,7268	65,4597	69,4540	69,2566	69,8047	71,0359
T1	65,4200	66,9652	69,4683	69,5957	70,9750	72,3007
T1	65,2485	66,8244	69,9516	69,7157	70,0017	71,7589
T1	63,9260	66,9900	70,5321	70,6563	71,4039	71,2000
T1	64,2452	64,9908	67,2024	68,7127	68,6477	69,5487
T1	63,5428	65,6153	68,2674	68,7641	67,2277	70,2510
T1	63,9150	66,1684	69,9908	69,7233	70,2020	71,4703
T1	63,1323	66,5125	69,7686	69,9593	70,7986	73,9997
T2	62,4875	63,8529	69,3446	71,5080	68,8967	71,5555
T2	63,8041	65,9212	69,4585	67,1139	70,3840	72,0314
T2	63,7756	66,9634	70,1361	70,8754	71,6310	72,3214
T2	62,8663	66,2690	69,2943	69,7647	70,9132	70,7840
T2	63,9519	64,4884	-	68,7848	70,0912	70,3203
T2	64,0812	66,9845	68,3382	71,3033	72,6463	74,1069
T2	62,9231	65,3338	-	69,7927	71,6655	72,8110
T2	62,9561	66,0363	-	70,2403	70,8096	71,5183
T3	62,6985	65,1728	69,0645	69,5880	66,0830	68,5793
T3	64,1600	66,6054	70,0074	69,1462	69,6597	69,7797
T3	63,0486	67,0124	70,2309	69,7453	70,8700	71,2427
T3	63,0825	64,3893	68,0246	69,6320	70,4854	72,3153
T3	65,1852	66,7174	70,0511	70,6853	70,4479	70,2166
T3	64,3410	66,1438	71,1383	69,8577	72,0983	72,4114
T3	63,6285	65,9573	-	66,4626	70,6543	70,8840
T3	64,4059	66,6180	-	70,5343	72,2462	73,2427
T4	62,7673	67,0468	72,1432	73,0386	73,4367	73,4490
T4	63,1442	64,5832	68,9436	69,3303	70,1804	71,3737
T4	64,9548	65,3013	68,6390	71,8111	70,3404	72,6500
T4	63,1442	65,7074	70,2912	71,8320	67,1581	72,7527
T4	64,9548	68,0519	71,1208	71,5476	69,4054	73,6545
T4	62,0729	64,9948	67,4388	68,7413	68,8170	71,1937
T4	61,8772	65,3719	68,9461	67,8203	70,0410	70,6755
T4	63,5627	66,0816	68,4240	68,6710	71,6313	71,9390

APÊNDICE 07. Dados coletados e calculados para análise da gravidade específica dos ovos.

TRAT	Semana					
	35	40	50	56	60	67
T1	1082,0588	1083,3333	1078,6000	1078,5000	1074,3333	1074,1379
T1	1084,3333	1084,4231	1077,2917	1076,3462	1074,6552	1072,8333
T1	1082,0588	1082,9630	1077,6316	1079,6552	1075,8696	1075,3704
T1	1083,3333	1083,8710	1080,0000	1077,1154	1076,9565	1074,3103
T1	1084,4231	1084,5833	1080,4762	1079,1667	1078,4091	1076,1667
T1	1082,7586	1084,7059	1078,2609	1078,4091	1075,2273	1074,1379
T1	1082,8571	1083,8000	1077,5000	1077,7778	1074,5000	1076,3333
T1	1082,5000	1084,0909	1078,5714	1079,4828	1073,7500	1074,3103
T2	1087,8571	1086,2903	1078,4000	1081,4583	1076,1905	1077,7586
T2	1084,8387	1084,7059	1078,2000	1077,5926	1074,1667	1075,3448
T2	1086,0294	1083,2353	1080,5556	1077,3214	1074,1379	1073,7500
T2	1084,1935	1083,3871	1077,2222	1076,5000	1072,9545	1073,1667
T2	1086,0000	1084,4000	ND	1077,1429	1072,3077	1071,6667
T2	1083,0769	1085,1786	1079,4118	1078,6667	1073,6207	1076,0345
T2	1087,3077	1083,0645	ND	1078,0000	1073,4483	1072,8333
T2	1086,3889	1082,0000	ND	1078,8333	1074,4444	1074,3750
T3	1085,5769	1085,0000	1078,8095	1077,8333	1075,2083	1070,3846
T3	1084,0000	1084,6000	1078,2609	1076,7241	1075,8333	1072,1667
T3	1083,3333	1082,7586	1079,3182	1077,3333	1077,0000	1072,0690
T3	1084,4444	1083,8889	1080,5769	1078,6667	1077,8261	1076,5517
T3	1081,7241	1084,3333	1079,6429	1077,4138	1074,6552	1073,6207
T3	1084,8276	1084,8276	1078,9130	1078,8333	1076,2069	1076,3793
T3	1084,8529	1085,0000	ND	1078,2143	1076,4286	1075,1667
T3	1086,0714	1086,0345	ND	1079,3333	1077,8846	1074,0000
T4	1081,8966	1083,3929	1080,7895	1081,2500	1075,8929	1074,3333
T4	1082,9630	1082,0000	1076,0714	1079,1379	1076,4000	1074,0000
T4	1083,3333	1081,8261	1077,7500	1079,7222	1074,3478	1075,3704
T4	1083,3333	1083,9655	1079,4000	1078,8333	1075,0000	1074,1667
T4	1083,3333	1082,4074	1078,3333	1075,1923	1075,3704	1075,4545
T4	1083,5000	1082,5806	1076,9231	1078,1667	1076,0345	1074,8333
T4	1081,7647	1083,5185	1077,8261	1076,8333	1074,8214	1075,7143
T4	1085,3125	1082,5000	1080,2500	1080,5000	1077,5000	1074,8276

ND: não determinado

APÊNDICE 08. Dados coletados e calculados para análise da  
espessura da Região Equatorial,  $\mu$

TRAT	Semana					
	35	40	50	56	60	67
T1	362,3333	368,0521	349,5200	346,4943	350,8778	355,7356
T1	381,3590	379,6800	344,6212	343,7308	348,3778	345,4231
T1	395,7083	376,3867	344,6296	351,2759	359,1667	356,8077
T1	387,1667	386,8642	349,7681	355,0580	365,5797	357,4881
T1	389,2500	384,8551	354,3778	349,0988	364,4242	353,7976
T1	362,7143	376,5914	345,2273	342,0370	351,1587	350,7857
T1	385,1250	380,6111	347,8030	358,9885	350,2111	364,3000
T1	376,8095	401,1754	348,2143	356,0476	352,5357	361,2593
T2	418,4444	373,7500	362,7778	361,7619	363,2540	362,8889
T2	378,0476	369,4949	350,6923	350,5802	354,0111	352,2083
T2	399,7500	362,0190	353,8333	340,5217	356,3951	345,8395
T2	374,5556	349,6889	340,7467	332,1594	343,5909	334,9167
T2	379,4762	363,1667	ND	337,0120	340,9487	337,5833
T2	378,3333	370,8966	359,5490	350,5747	352,3333	356,2874
T2	379,3333	366,3333	ND	353,3448	355,8889	352,2069
T2	385,0952	362,1183	ND	354,2111	352,3467	360,0317
T3	382,6667	372,0556	355,5455	352,3452	350,4872	356,2564
T3	374,8889	366,2083	343,5152	343,7901	341,3846	341,9383
T3	374,1111	365,7778	354,1905	350,0119	348,7976	336,3333
T3	406,1852	371,0000	358,0139	346,5747	352,3951	364,6154
T3	381,7083	362,2429	368,6410	355,7024	354,6875	353,4881
T3	380,5000	368,6282	350,3333	353,9540	350,9091	357,0230
T3	388,2222	378,2222	ND	348,7262	367,8333	355,3678
T3	400,5000	369,8690	ND	350,8025	353,4638	341,5632
T4	382,6667	387,1975	370,0000	358,5926	359,3968	349,7262
T4	374,1333	378,6000	344,5432	355,3556	358,3043	354,4405
T4	397,4583	366,5652	354,5439	357,9608	347,6364	348,8846
T4	376,2083	380,7111	354,1944	352,1149	355,4314	345,3974
T4	389,8333	381,7821	345,0556	351,0370	351,8254	346,3485
T4	399,0556	362,9667	343,5467	349,1954	352,5952	347,9524
T4	ND	361,6282	346,2754	337,4643	347,7126	347,6548
T4	398,4167	377,6667	357,0500	356,0333	354,0357	350,1954

ND: não determinado

APÊNDICE 09. Dados coletados e calculados para análise da espessura da câmara de ar,  $\mu$ .

TRAT	Semana					
	35	40	50	56	60	67
T1	371,3333	368,9583	353,2533	348,2874	350,5333	356,5862
T1	376,0000	382,1733	347,3939	346,9359	347,4889	348,2821
T1	404,0000	381,5200	344,8704	357,5287	359,3182	362,6026
T1	403,4167	384,6543	353,6377	356,2029	364,7826	361,5833
T1	399,7391	382,3333	360,1333	355,5432	372,7424	358,2857
T1	377,6190	379,0860	356,6970	351,9259	363,2698	367,1310
T1	395,1250	383,1250	353,5909	366,4023	358,5333	371,4444
T1	385,6190	396,8246	354,5714	354,7381	352,0238	372,0247
T2	422,7407	380,8333	370,8611	374,6667	371,6825	374,8272
T2	388,3333	368,9394	350,7179	354,7407	354,3889	356,2778
T2	401,3333	371,6571	358,9167	351,5362	368,5185	364,1975
T2	386,8519	353,0000	338,7600	336,3768	346,6364	344,4167
T2	390,5714	374,0278	ND	345,3095	348,3974	345,8333
T2	385,9524	373,9770	363,6275	355,0920	356,1954	356,3448
T2	389,3333	368,0215	ND	362,8736	364,5185	359,6667
T2	394,0952	367,2151	ND	356,1444	357,0533	368,1587
T3	396,6667	370,4028	357,9048	355,7024	357,7308	364,8974
T3	390,4231	365,3611	336,0758	347,1975	345,7436	349,6173
T3	378,0370	363,1235	360,7619	356,4048	359,2857	344,9111
T3	407,1538	368,3205	354,8750	349,0778	357,0988	363,6795
T3	389,3333	369,0833	369,2692	359,1310	352,8333	355,5595
T3	384,0000	367,9103	361,1667	360,2184	355,6970	367,4713
T3	395,0000	378,8395	ND	354,3452	363,8667	353,9080
T3	404,5833	371,5714	ND	356,0000	352,9855	352,4483
T4	396,7083	396,8395	366,7018	361,3086	357,0317	354,3929
T4	395,2667	380,8933	347,5802	359,7333	359,3043	358,8214
T4	412,1667	368,8551	356,6316	358,8627	347,1970	356,4615
T4	387,6667	388,6889	359,0833	354,6437	361,9020	355,0897
T4	403,2778	389,0897	352,8333	363,9136	354,3333	359,7879
T4	418,7778	367,5333	346,2754	354,1954	352,3095	352,1548
T4	ND	370,5195	349,9420	345,3690	358,4598	354,8452
T4	408,2286	383,5484	360,5667	359,6444	352,8571	350,4368

ND: não determinado

APÊNDICE 10. Dados de ovos totais e férteis incubados às 57, 64 e 67 semanas das reprodutoras pesadas.

TRAT	57 Semanas		64 Semanas		67 Semanas	
	Total	Fértil	Total	Fértil	Total	Fértil
T1	90	59	90	56	75	67
T1	90	85	90	81	90	89
T1	89	86	90	90	90	89
T1	89	80	90	85	90	87
T1	89	87	90	81	90	87
T1	86	82	90	90	90	89
T1	88	77	90	81	90	84
T1	87	84	90	84	90	81
T2	84	82	90	84	90	90
T2	90	86	90	87	87	87
T2	90	89	90	88	90	90
T2	89	88	90	87	90	86
T2	86	84	90	87	90	89
T2	90	88	90	89	90	90
T2	89	88	90	89	90	89
T2	88	86	90	84	90	87
T3	90	87	90	88	90	89
T3	90	86	90	86	83	80
T3	88	86	90	83	90	80
T3	90	86	90	88	90	87
T3	86	84	90	89	90	89
T3	89	86	90	90	90	87
T3	88	85	90	87	90	90
T3	90	88	90	86	82	82
T4	90	77	90	86	86	84
T4	90	66	90	72	90	82
T4	89	80	90	85	90	88
T4	90	89	90	80	90	90
T4	86	84	90	89	90	90
T4	90	89	90	88	90	89
T4	89	73	90	59	90	79
T4	90	85	90	82	90	89

APÊNDICE 11. Dados de eclosão dos ovos férteis às 57, 64 e 67 semanas das reprodutoras pesadas, %.

TRAT	57 Semanas	64 Semanas	67 Semanas
T1	46,67	43,33	68,00
T1	82,22	56,67	85,56
T1	80,90	78,89	90,00
T1	67,42	68,89	84,44
T1	79,78	76,67	82,22
T1	67,44	85,56	85,56
T1	64,77	70,00	80,00
T1	73,56	57,78	82,22
T2	79,76	64,44	88,89
T2	71,11	56,67	91,95
T2	84,44	78,89	94,44
T2	82,02	68,89	85,56
T2	80,23	76,67	88,89
T2	77,78	85,56	93,33
T2	84,27	70,00	90,00
T2	77,27	57,78	87,78
T3	60,00	76,67	94,44
T3	73,33	75,56	87,95
T3	76,14	61,11	78,89
T3	85,56	82,22	88,89
T3	74,42	66,67	91,11
T3	80,90	81,11	87,78
T3	86,36	84,44	95,56
T3	78,89	63,33	91,46
T4	57,78	63,33	86,05
T4	66,67	51,11	78,89
T4	70,79	70,00	87,78
T4	86,67	68,89	90,00
T4	86,05	61,11	88,89
T4	81,11	61,11	91,11
T4	62,92	16,67	70,00
T4	80,00	62,22	86,67



APÊNDICE 12. Dados do embriodiagnóstico realizado às 57 semanas.

TRAT	1º semana	2º semana	3º semana	Bicados	Malformação	Refugo
T1	31	13	ND	3	ND	ND
T1	5	1	1	5	ND	3
T1	3	6	ND	5	ND	1
T1	9	9	ND	7	ND	1
T1	2	8	2	4	ND	2
T1	4	10	2	8	ND	ND
T1	11	8	3	2	ND	5
T1	3	6	1	5	1	2
T2	2	8	2	3	ND	1
T2	4	10	4	5	ND	ND
T2	1	2	ND	7	ND	1
T2	1	7	ND	7	ND	ND
T2	2	6	1	4	ND	3
T2	2	6	2	6	ND	1
T2	1	4	1	5	ND	2
T2	2	7	2	7	ND	ND
T3	3	21	5	7	ND	ND
T3	4	5	2	11	ND	-
T3	2	7	2	6	ND	2
T3	4	ND	ND -	6	ND	2
T3	2	6	- ND	7	ND	1
T3	3	5	3	4	ND	1
T3	3	2	1	3	ND	2
T3	2	8	ND -	5	ND	2
T4	13	16	3	5	ND	1
T4	24	2	1	1	ND	ND
T4	9	13	ND -	2	ND	ND
T4	1	4	1	3	ND	ND
T4	2	2	2	4	1	1
T4	1	7	1	3	ND	1
T4	16	6	3	5	ND	
T4	5	3	1	6	ND	3

ND: não determinado

APÊNDICE 13. Embriodiagnóstico realizado às 57 semanas, dados transformados em arco-seno.

TRAT	1º semana	2º semana	3º semana	Bicados	Malformação	Refugo
T1	0,523	0,224	0,318	0,259	0,224	0,224
T1	0,249	0,249	0,330	0,292	0,224	0,292
T1	0,346	0,224	0,329	0,248	0,224	0,248
T1	0,404	0,224	0,371	0,250	0,224	0,250
T1	0,377	0,270	0,310	0,224	0,224	0,270
T1	0,416	0,273	0,385	0,294	0,224	0,224
T1	0,393	0,298	0,276	0,251	0,224	0,339
T1	0,349	0,249	0,349	0,224	0,249	0,272
T2	0,385	0,273	0,315	0,249	0,224	0,249
T2	0,409	0,311	0,329	0,271	0,224	0,224
T2	0,269	0,224	0,359	0,269	0,224	0,248
T2	0,360	0,224	0,360	0,309	0,224	0,224
T2	0,349	0,249	0,331	0,249	0,224	0,293
T2	0,344	0,270	0,344	0,224	0,224	0,248
T2	0,309	0,248	0,327	0,270	0,224	0,270
T2	0,363	0,271	0,363	0,271	0,224	0,224
T3	0,544	0,328	0,362	0,270	0,224	0,224
T3	0,329	0,271	0,423	0,224	0,224	0,224
T3	0,363	0,271	0,346	0,248	0,224	0,271
T3	0,224	0,224	0,346	0,311	0,224	0,271
T3	0,349	0,224	0,366	0,349	0,224	0,249
T3	0,329	0,292	0,311	0,271	0,224	0,248
T3	0,271	0,249	0,292	0,224	0,224	0,271
T3	0,376	0,224	0,327	0,270	0,224	0,270
T4	0,511	0,298	0,339	0,251	0,224	0,251
T4	0,284	0,255	0,255	0,224	0,224	0,224
T4	0,463	0,224	0,274	0,224	0,224	0,224
T4	0,308	0,248	0,289	0,248	0,224	0,224
T4	0,272	0,272	0,331	0,272	0,249	0,249
T4	0,359	0,248	0,289	0,248	0,224	0,248
T4	0,364	0,302	0,345	0,278	0,224	0,224
T4	0,292	0,249	0,348	0,271	0,224	0,292

APÊNDICE 14. Dados do embriodiagnóstico realizado às 64 semanas.

TRAT	1º semana	2º semana	3º semana	Bicados	Malformação	Refugo
T1	34	11	ND	4	2	1
T1	9	14	1	9	ND	1
T1	ND	8	ND	7	1	ND
T1	5	11	2	6	1	1
T1	9	6	ND	3	1	ND
T1	ND	5	3	5	1	ND
T1	9	10	ND	6	1	2
T1	6	22	1	5	ND	1
T2	6	12	2	8	ND	2
T2	3	22	2	13	4	2
T2	2	13	1	13	3	1
T2	3	9	1	7	1	4
T2	3	12	1	7	2	ND
T2	1	7	1	10	2	2
T2	1	13	ND	9	1	ND
T2	6	9	ND	14	3	2
T3	2	4	ND	12	0	ND
T3	4	8	ND	8	5	ND
T3	7	8	2	13	1	1
T3	2	7	ND	3	1	2
T3	1	12	ND	13	3	ND
T3	ND	7	1	8	2	ND
T3	3	6	ND	2	1	2
T3	4	14	2	8	5	3
T4	4	17	ND	8	6	2
T4	18	14	ND	9	3	ND
T4	5	9	ND	11	4	1
T4	10	13	ND	5	2	ND
T4	1	13	1	10	1	1
T4	2	11	1	13	5	3
T4	31	27	1	14	2	1
T4	8	12	1	11	3	1

APÊNDICE 15. Embriodiagnóstico realizado às 64 semanas, dados transformados em arco-seno.

Trat	1º semana	2º semana	3º semana	Bicados	Malformação	Refugo
T1	0,499	0,224	0,349	0,293	0,261	0,224
T1	0,474	0,250	0,402	0,224	0,273	0,250
T1	0,373	0,224	0,358	0,247	0,269	0,224
T1	0,425	0,271	0,348	0,249	0,271	0,224
T1	0,353	0,224	0,295	0,250	0,295	0,224
T1	0,325	0,289	0,325	0,247	0,224	0,224
T1	0,418	0,224	0,353	0,250	0,224	0,224
T1	0,563	0,249	0,331	0,224	0,272	0,224
T2	0,441	0,272	0,382	0,224	0,224	0,224
T2	0,555	0,270	0,448	0,310	0,248	0,248
T2	0,446	0,248	0,446	0,290	0,224	0,224
T2	0,393	0,248	0,362	0,248	0,248	0,224
T2	0,435	0,248	0,362	0,270	0,224	0,224
T2	0,359	0,248	0,404	0,269	0,248	0,224
T2	0,444	0,224	0,389	0,248	0,224	0,224
T2	0,397	0,224	0,467	0,293	0,224	0,224
T3	0,309	0,224	0,433	0,224	0,248	0,224
T3	0,379	0,224	0,379	0,329	0,224	0,224
T3	0,383	0,272	0,456	0,249	0,249	0,224
T3	0,360	0,224	0,290	0,248	0,248	0,224
T3	0,431	0,224	0,444	0,289	0,289	0,224
T3	0,358	0,247	0,373	0,269	0,247	0,224
T3	0,345	0,224	0,270	0,248	0,248	0,224
T3	0,463	0,271	0,379	0,329	0,224	0,248
T4	0,500	0,224	0,379	0,346	0,271	0,224
T4	0,497	0,224	0,419	0,303	0,253	0,253
T4	0,396	0,224	0,425	0,312	0,224	0,249
T4	0,463	0,224	0,336	0,274	0,224	0,224
T4	0,444	0,248	0,404	0,248	0,289	0,224
T4	0,419	0,248	0,446	0,327	0,270	0,224
T4	0,730	0,259	0,540	0,290	0,224	0,224
T4	0,445	0,249	0,430	0,294	0,249	0,224

ND: não determinado

## APÊNDICE 16. Dados do embriodiagnóstico realizado às 67 semanas.

TRAT	1º semana	2º semana	3º semana	Bicados	Malformação	Refugo
T1	8	12	ND	3	ND	1
T1	1	4	ND	6	ND	2
T1	1	6	ND	1	ND	ND
T1	3	5	2	2	ND	2
T1	3	6	ND	3	ND	3
T1	1	3	ND	6	ND	2
T1	6	9	ND	1	ND	1
T1	9	6	ND	ND	ND	ND
T2	ND	4	3	2	ND	ND
T2	ND	4	1	1	1	ND
T2	ND	1	1	1	ND	1
T2	4	4	ND	3	ND	2
T2	1	2	2	3	ND	1
T2	ND	2	1	2	ND	1
T2	1	2	ND	5	ND	1
T2	3	4	ND	2	ND	2
T3	1	3	ND	ND	ND	1
T3	3	3	ND	2	ND	ND
T3	10	5	ND	1	ND	2
T3	3	5	ND	1	ND	1
T3	1	2	ND	3	ND	ND
T3	3	2	ND	3	1	2
T3	ND	2	ND	1	ND	ND
T3	ND	1	ND	3	ND	2
T4	2	5	ND	4	ND	ND
T4	8	7	1	1	ND	2
T4	2	6	1	2	ND	ND
T4	ND	2	ND	5	ND	1
T4	ND	1	1	8	ND	ND
T4	1	4	ND	2	ND	1
T4	11	10	2	ND	ND	3
T4	1	8	ND	2	ND	1

ND: não determinado

APÊNDICE 17. Embriodiagnóstico realizado às 67 semanas, dados transformados em arco-seno.

TRAT	1º semana	2º semana	3º semana	Bicados	Malformação	Refugo
T1	0,481	0,224	0,308	0,255	0,224	0,224
T1	0,308	0,224	0,343	0,224	0,269	0,224
T1	0,343	0,224	0,248	0,224	0,224	0,224
T1	0,328	0,270	0,270	0,248	0,248	0,224
T1	0,345	0,224	0,291	0,270	0,224	0,224
T1	0,289	0,224	0,343	0,269	0,224	0,224
T1	0,397	0,224	0,249	0,224	0,249	0,224
T1	0,353	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224
T2	0,308	0,289	0,269	0,224	0,224	0,224
T2	0,310	0,248	0,270	0,248	0,224	0,248
T2	0,247	0,247	0,247	0,224	0,247	0,224
T2	0,311	0,224	0,292	0,248	0,248	0,224
T2	0,269	0,269	0,289	0,224	0,224	0,224
T2	0,269	0,247	0,269	0,224	0,224	0,224
T2	0,269	0,224	0,326	0,248	0,248	0,224
T2	0,310	0,224	0,270	0,248	0,248	0,224
T3	0,289	0,224	0,224	0,224	0,248	0,224
T3	0,296	0,224	0,274	0,224	0,224	0,224
T3	0,336	0,224	0,250	0,224	0,250	0,224
T3	0,328	0,224	0,248	0,224	0,224	0,224
T3	0,269	0,224	0,289	0,248	0,224	0,224
T3	0,270	0,224	0,310	0,248	0,248	0,248
T3	0,269	0,224	0,247	0,224	0,224	0,224
T3	0,249	0,224	0,294	0,249	0,273	0,224
T4	0,331	0,224	0,313	0,224	0,224	0,224
T4	0,368	0,249	0,249	0,224	0,273	0,224
T4	0,344	0,248	0,270	0,248	0,224	0,224
T4	0,269	0,224	0,308	0,269	0,247	0,224
T4	0,247	0,247	0,373	0,269	0,224	0,224
T4	0,308	0,224	0,269	0,224	0,224	0,224
T4	0,421	0,275	0,224	0,224	0,224	0,224
T4	0,375	0,224	0,269	0,224	0,224	0,224

### 8.3. Análise estatística realizadas para as variáveis mensuradas.

APÊNDICE 18. Análise de variância da mortalidade das reprodutoras pesadas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,0008432	0,00028107	0,62	0,6105
Erro	28	0,0127787	0,00045638		
Total corrigido	31	0,0136219			

CV, %=8,68

APÊNDICE 19. Análise de variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 32 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,00920448	0,00306816	0,19	0,9054
Erro	28	0,46312553	0,01654020		
Total corrigido	31	0,47233001			

CV, %=4,03

APÊNDICE 20. Análise de variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 35 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,01153128	0,00385376	0,70	0,5612
Erro	28	0,15463067	0,00552252		
Total corrigido	31	0,16619195			

CV, %=2,16

APÊNDICE 21. Análise de variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 41 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,00594862	0,00198287	0,66	0,5848
Erro	28	0,08438088	0,00301360		
Total corrigido	31	0,09032950			

CV, %=1,43

APÊNDICE 22. Análise de variância do peso médio das reprodutoras pesadas às 45 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,00701711	0,00233904	0,65	0,5913
Erro	28	0,10120180	0,00361435		
Total corrigido	31	0,10821891			

CV, %=1,65

APÊNDICE 23. Análise de variância do peso das reprodutoras pesadas às 49 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,01023067	0,00341022	0,51	0,6806
Erro	28	0,18833684	0,00672632		
Total corrigido	31	0,18833684			

CV, %=2,07

APÊNDICE 24. Análise de variância do peso das reprodutoras pesadas às 56 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,06170747	0,02056916	2,78	0,06
Erro	28	0,20713015	0,00739751		
Total corrigido	31	0,26883762			

CV, %=2,06

APÊNDICE 25. Análise de variância do peso das reprodutoras pesadas às 61 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,06170320	0,02056773	2,11	0,1210
Erro	28	0,27249000	0,00973179		
Total corrigido	31	0,33419320			

CV, %=2,29

APÊNDICE 26. Análise de variância do peso reprodutoras pesadas às 67 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,43810358	0,14603453	1,84	0,1632
Erro	28	2,22448874	0,07944603		
Total corrigido	31	2,66259232			

CV, %=

APÊNDICE 27. Análise de variância sobre o número de ovos produzidos por ave alojada.

Fonte de variação	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	124,13	41,37	0,58	0,6302
Erro	1982,54	70,8		

CV, %=5,12.

APÊNDICE 28. Análise de variância sobre o número de ovos incubáveis produzidos por ave alojada.

Fonte de variação	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	106,88	35,62	0,53	0,6672
Erro	1892,16	67,57		

CV%= 5,11.



APÊNDICE 29. Dados de produção média total de ovos por semana.

Semana	T1	T2	T3	T4	Média
32	82,33	85,02	84,02	84,32	83,92
33	81,07	82,57	82,38	82,74	82,19
34	80,83	81,01	80,6	80,23	80,67
35	80,74	79,94	80,81	80,82	80,58
36	77,53	74,16	77,3	76,55	76,38
37	74,06	72,76	72,31	72,2	72,86
38	75,46	74,23	76,63	75,41	75,43
39	77,32	77,71	75,91	78,18	77,28
40	77,79	78,55	77,46	79,13	78,23
41	77,37	76,97	76,36	76,98	76,92
42	75,68	74,76	76,01	74,34	75,2
43	74,08	73,5	74,98	74,94	74,38
44	71,89	69,81	74,66	72,57	72,23
45	71,96	70,78	73,46	72,35	72,14
46	70,5	68,12	72,95	71,88	70,86
47	68,24	65,42	68,12	65,51	66,82
48	66,96	66,37	67,53	68,06	67,23
49	67,47	67,59	69,28	68,72	68,26
50	64,86	63,32	65,19	66,42	64,95
51	64,71	62,72	64,53	64,37	64,08
52	67,07	63,14	64,58	63,4	64,55
53	62,41	57,46	64,26	61,27	61,35
54	60,97	58,95	63,97	62,11	61,5
55	64,43	59,51	66,28	62,57	63,19
56	59,99	59,86	63,25	63,46	61,64
57	60,18	58,84	63,62	62,15	61,2
58	56,64	56,26	59,57	58,31	57,69
59	59,79	56,16	56,73	59,48	58,04
60	57,14	56,54	58,95	58,29	57,73
61	57,3	54,33	59,11	58,17	57,23
62	54,47	53,71	56,77	54,46	54,85
63	55,88	53,53	56,31	54,4	55,03
64	56,88	55,4	57,27	55,2	56,19
65	55,75	51,97	55,63	50,83	53,55
66	53,01	51,05	54,33	52,76	52,79
67	53,66	51,87	52,72	52,7	52,74
MÉDIA	67,12	65,66	67,88	67,09	66,94

APÊNDICE 30. Análise de variância dos dados de produção total de ovos.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	741,604242	247,201414	0,970	0,4209
Erro (experimental)	28	7139,188616	254,971022		
Semana	35	99316,935635	2837,626732	227,912	0,0000
Tratamento*Semana	105	1225,331011	11,669819	0,937	0,6564
erro (Semana)	908	12201,524470	12,450535		

APÊNDICE 31. Dados de produção média de ovos incubáveis.

Semana	T1	T2	T3	T4	Médias
32	80,01	82,17	81,24	81,63	81,26
33	78,55	80,74	80,80	80,06	80,04
34	78,48	79,86	78,39	79,86	78,71
35	78,74	79,34	78,96	78,27	78,83
36	74,67	73,83	75,37	74,29	74,54
37	71,29	70,71	70,70	68,90	70,40
38	72,69	72,63	74,43	72,73	73,12
39	74,94	75,94	73,84	76,06	75,19
40	76,42	77,15	74,91	76,40	76,22
41	74,78	75,82	74,21	74,39	74,80
42	73,83	75,14	74,49	71,96	73,85
43	71,89	72,51	73,82	72,69	72,73
44	68,37	67,76	72,50	69,82	69,61
45	69,54	69,28	70,95	70,12	69,97
46	67,70	66,43	70,19	69,13	68,36
47	66,89	65,05	66,56	62,74	65,31
48	65,21	64,59	64,80	65,54	65,04
49	65,57	66,17	67,00	66,32	66,27
50	61,89	61,47	62,12	63,75	62,31
51	63,20	61,43	62,98	62,16	62,44
52	65,28	61,38	62,59	61,07	62,58
53	61,26	56,25	62,11	59,11	59,68
54	59,77	58,09	62,15	60,29	60,07
55	63,08	57,75	64,57	60,70	61,52
56	58,26	57,09	61,65	60,63	59,41
57	58,65	58,32	61,10	59,21	59,32
58	54,13	54,30	57,73	55,38	55,38
59	58,67	55,29	54,65	57,00	56,40
60	55,58	55,05	57,21	55,93	55,94
61	54,86	53,30	57,73	56,40	55,57
62	52,55	52,54	54,11	52,20	52,85
63	52,35	51,76	54,03	52,10	52,56
64	54,20	53,75	54,55	53,42	53,98
65	53,28	50,62	54,09	49,19	51,79
66	51,24	49,53	52,14	49,21	50,53
67	51,75	50,00	49,92	50,45	50,53
Médias	64,99	64,25	65,79	64,65	64,92

APÊNDICE 32. Análise de variância dos dados de produção semanal total de ovos incubáveis.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	372,095893	124,031964	0,478	0,7002
Erro (experimental)	28	7268,114418	259,575515		
Semana	35	98579,035874	2816,543882	205,871	0,0000
Tratamento*Semana	105	1357,210350	12,925813	0,945	0,6363
Erro (Semana)	980	13407,508175	13,681131		

APÊNDICE 33. Dados de produção média semanal de ovos danificados.

Semana	T1	T2	T3	T4	Média
32	1,98	2,49	2,54	1,79	2,20
33	1,73	2,30	1,35	1,82	1,80
34	1,99	1,59	1,62	1,28	1,62
35	1,64	1,40	1,25	1,23	1,38
36	1,91	1,49	1,35	1,46	1,55
37	1,88	1,15	1,06	2,26	1,59
38	1,88	1,32	1,61	1,62	1,61
39	1,11	1,67	1,51	1,18	1,45
40	0,44	1,57	2,00	1,76	1,44
41	1,63	0,79	1,60	1,64	1,41
42	0,91	0,78	0,98	1,57	1,06
43	1,27	0,71	0,62	1,12	0,93
44	2,62	1,68	1,61	1,62	1,88
45	1,53	2,30	1,98	1,09	1,72
46	1,94	1,33	2,23	1,61	1,78
47	0,53	1,15	1,06	1,72	1,12
48	1,17	1,14	2,24	1,44	1,50
49	1,35	1,24	1,76	1,30	1,41
50	2,44	2,33	2,60	1,63	2,25
51	0,99	1,22	1,08	1,19	1,12
52	1,28	1,69	1,51	1,36	1,46
53	0,62	1,30	1,69	1,18	1,21
54	0,72	1,08	1,35	0,84	1,00
55	0,80	1,42	1,24	0,89	1,09
56	1,19	1,24	1,15	1,84	1,35
57	0,73	0,82	2,06	1,96	1,39
58	1,48	1,76	1,41	2,01	1,66
59	0,37	1,73	1,69	1,54	1,34
60	0,83	1,25	1,08	1,45	1,15
61	1,70	0,80	0,71	0,91	1,03
62	0,83	0,72	1,70	1,45	1,18
63	2,63	1,83	1,64	1,54	1,91
64	1,77	1,26	2,06	1,01	1,53
65	1,57	1,45	0,89	0,94	1,21
66	1,01	1,72	1,53	2,79	1,76
67	1,12	1,84	1,77	1,47	1,55

APÊNDICE 34. Análise de variância sobre a produção semanal de ovos danificados.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	3,862669	1,287556	0,411	0,7465
Erro (experimental)	28	87,773076	3,134753		
Semana	35	115,735842	3,306738	2,639	0,0000
Tratamento*Semana	105	151,422736	1,442121	1,151	0,1525
erro (Semana)	980	1227,793475	1,252850		

APÊNDICE 35. Dados do peso médio dos ovos das reprodutoras.

Semana	T1	T2	T3	T4	Médias
35	64,01±0,94	63,40±0,68	63,75±0,96	63,30±1,15	63,63±0,19A
40	66,19±0,76	65,99±1,28	66,00±1,02	65,89±1,14	66,02±0,20B
50	69,32±1,07	69,31±0,64	69,75±1,07	69,49±1,55	69,46±0,23C
56	69,54±0,63	70,11±1,80	69,77±0,50	70,34±1,92	69,94±0,26C
60	69,88±1,36	70,89±1,40	69,94±2,05	70,12±1,80	70,15±0,33C
67	71,44±1,34	72,15±1,23	70,75±1,50	72,21±1,08	71,65±0,25D
Médias	68,40±0,318	68,67±0,403	68,33±0,368	68,56±0,318	

APÊNDICE 36. Análise de variância sobre o peso dos ovos das reprodutoras.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	2,259	0,753	0,155	0,926
Erro (experimental)	23	111,96	4,868		
Semana	5	1188,02	237,61	236,66	0,000
Tratamento*Semana	15	16,671	1,111	1,107	0,358
erro (Semana)	115	115,45	1,004		

APÊNDICE 37. Médias e desvio padrão da gravidade específica dos ovos das reprodutoras.

Semana	T1	T2	T3	T4	Médias
35	1083,04±0,92 <sup>a</sup>	1085,71±1,59 <sup>b</sup>	1084,35±1,36 <sup>ab</sup>	1083,17±1,09 <sup>a</sup>	1084,07±1,62A
40	1083,97±0,60 <sup>ab</sup>	1084,03±1,36 <sup>ab</sup>	1084,55±0,63 <sup>b</sup>	1082,77±0,76 <sup>a</sup>	1083,83±1,13A
56	1078,30±1,16	1078,18±1,53	1078,04±0,87	1078,70±1,96	1078,31±1,39B
60	1075,45±1,55 <sup>ab</sup>	1073,90±1,15 <sup>a</sup>	1076,38±1,15 <sup>b</sup>	1075,67±1,00 <sup>b</sup>	1075,35±1,49C
67	1074,70±1,17	1074,36±1,95	1073,79±2,18	1074,83±0,63	1074,42±1,58C
Médias	1079,09±0,30	1079,24±0,30	1079,42±0,30	1079,03±0,30	

APÊNDICE 38. Análise de variância sobre a gravidade específica dos ovos das reprodutoras.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	3,641	1,214	0,327	0,806
Erro (experimental)	28	103,872	3,71		
Semana	4	2674,44	668,612	529,25	0,000
Tratamento*Semana	12	80,161	6,68	5,28	0,000
erro (Semana)	112	141,49	1,263		

APÊNDICE 39. Médias e desvio padrão da espessura da casca do ovo na região da câmara de ar.

Semana	T1	T2	T3	T4	Médias
35	389,10±13,13 <sup>B</sup>	394,90±12,27 <sup>C</sup>	393,14±9,83 <sup>C</sup>	403,15±10,76 <sup>B</sup>	394,90±12,11
40	382,33±7,61 <sup>Bb</sup>	369,70±8,04 <sup>Ba</sup>	369,32±4,69 <sup>Ba</sup>	382,20±10,80 <sup>Bb</sup>	375,6±9,95
56	354,69±6,05 <sup>A</sup>	354,59±11,34 <sup>A</sup>	354,75±4,53 <sup>A</sup>	358,90±3,47 <sup>A</sup>	355,63±7,00
60	358,58±8,38 <sup>A</sup>	358,42±9,08 <sup>A</sup>	355,65±5,34 <sup>A</sup>	354,99±4,88 <sup>A</sup>	356,97±7,05
67	362,24±7,99 <sup>A</sup>	358,71±10,43 <sup>A</sup>	356,56±8,0 <sup>A</sup>	355,30±3,37 <sup>A</sup>	358,30±8,03
Médias	369,39±2,14	367,26±2,14	365,89±2,14	370,91±2,29	

APÊNDICE 40. Análise de variância sobre a espessura da casca do ovo na região da câmara de ar.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	561,3490	187,1160	1,0170	0,4010
Erro (experimental)	27	4967,5870	183,9850		
Semana	4	35966,1270	8991,5320	198,4220	0,0000
Tratamento*Semana	12	1857,4300	224,4010	3,4160	0,0000
erro (Semana)	108	4894,0300	45,3100		

APÊNDICE 41. Médias e desvio padrão da espessura da casca do ovo na região equatorial.

Semana	T1	T2	T3	T4	Médias
35	380,05±12,14 <sup>B</sup>	385,16±15,02 <sup>C</sup>	386,09±11,63 <sup>C</sup>	388,25±10,66 <sup>B</sup>	385,16±2,25
40	381,77±9,72 <sup>Bb</sup>	364,68±7,44 <sup>Ba</sup>	369,25±4,81 <sup>Ba</sup>	376,49±8,63 <sup>Bab</sup>	372,94±1,41
56	350,34±6,08 <sup>A</sup>	347,52±9,96 <sup>A</sup>	350,23±3,88 <sup>A</sup>	354,32±3,59 <sup>A</sup>	350,48±1,16
60	355,29±6,78 <sup>A</sup>	352,34±7,14 <sup>A</sup>	352,49±7,41 <sup>A</sup>	354,17±4,01 <sup>A</sup>	353,55±6,34
67	355,69±5,88 <sup>A</sup>	350,24±10,10 <sup>A</sup>	350,82±9,71 <sup>A</sup>	348,99±2,96 <sup>A</sup>	351,51±1,41
Médias	364,63±2,12	360,28±2,12	361,78±2,12	364,44±2,26	

APÊNDICE 42. Análise de variância sobre a espessura da casca do ovo na região equatorial.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	523,5290	179,9430	0,9700	0,4210
Erro (experimental)	27	4858,46	179,943		
Semana	4	30041,7500	7510,4380	161,8700	0,0000
Tratamento*Semana	12	1566,7610	130,5630	2,8130	0,0020
erro (Semana)	108	5012,6180	46,4130		

APÊNDICE 43. Análise de variância sobre a eclosão dos ovos férteis às 57 semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	380,3364211	126,7788070	1,46	0,2456
Erro	28	2424,438115	86,587076		
Total corrigido	31	2804,774536			

CV %=12,36

APÊNDICE 44. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de primeira semana às 57 semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,006	0,002	0,34	0,798
Erro	28	0,1345	0,0049		
Total corrigido	31	0,1407			

CV, %=20,13

APÊNDICE 45. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de segunda semana às 57 semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,0005	0,0001	0,18	0,9084
Erro	28	0,0259	0,0009		
Total corrigido	31				

CV, %=12

APÊNDICE 46. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de terceira semana às 57 semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,0066	0,0022	1,95	0,1456
Erro	28	0,03	0,0011		
Total corrigido	31	0,03754			

CV, %=10,15

APÊNDICE 47. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária bicados às 57 semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,00175	0,00058	0,63	0,5998
Erro	28	0,024998	0,00092526		
Total corrigido	31	0,0267			

CV, %=11,67

APÊNDICE 48. Análise de variância sobre a variável malformação de embriões incubados às 57 semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,00007959	0,0002653	0,69	0,5647
Erro	28	0,001034	0,00003832		
Total corrigido	31	0,001193			

CV, %=2,74

APÊNDICE 49. Análise de variância sobre a variável pinto refugo proveniente de ovos incubados às 57 semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,0023617	0,00078	1,16	0,3443
Erro	28	0,0183713	0,00068		
Total corrigido	31	0,023942			

CV, %=10,35

APÊNDICE 50. Análise de variância sobre a eclosão dos ovos férteis às 64 semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	1276,851852	425,617284	2,53	0,0775
Erro	28	4710,802469	168,242945		
Total corrigido	31	5987,654321			

CV, %=19,37

APÊNDICE 51. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de primeira semana às 64semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,04679473	0,01559824	2,61	0,0717
Erro	28	0,16118824	0,00596993		
Total corrigido	31	0,2080262			

CV, %=17,88

APÊNDICE 52. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de segunda semana às 64semanas.

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,00056043	0,00018681	0,44	0,729
Erro	28	0,01156673	0,0004284		
Total corrigido	31	0,01221409			

CV, %=8,55

APÊNDICE 53. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de terceira semana às 64semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,02796173	0,00932058	3,33	0,0343
Erro	28	0,07554239	0,00279787		
Total corrigido	31	0,10350426			

CV, %=13,62

APÊNDICE 54. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária – bicados às 64semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,0106876	0,00356253	3,65	0,0248
Erro	28	0,02632159	0,00097487		
Total corrigido	31	0,0370277			

CV, %=11,46

APÊNDICE 55. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária - malformação às 64semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,00007949	0,0000265	0,28	0,8397
Erro	28	0,0025592	0,00009479		
Total corrigido	31	0,00283874			

CV, %=4,27

APÊNDICE 56. Análise de variância sobre a variável pinto refugo proveniente de ovos incubados às 64 semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,00122617	0,00040872	0,36	0,7838
Erro	28	0,03083236	0,00114194		
Total corrigido	31	0,03364187			

CV, %=13,27

APÊNDICE 57. Análise do efeito dos tratamentos sobre a eclosão dos ovos férteis às 67 semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	339,6477620	113,2159027	3,55	0,0271
Erro	28	893,867072	31,923824		
Total corrigido	31	1233,514834			

CV, %= 6,51

APÊNDICE 58. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de primeira semana às 67semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,02786	0,009288	4,44	0,0117
Erro	28	0,05651	0,002093		
Total corrigido	31	0,086944			

CV, %=14,48



APÊNDICE 59. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de segunda semana às 67semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,002465	0,00082	2,74	0,0631
Erro	28	0,008112	0,0003		
Total corrigido	31	0,01071			

CV, %=7,38

APÊNDICE 60. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de terceira semana às 67semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,001592	0,000531	0,38	0,7699
Erro	28	0,037975	0,001406		
Total corrigido	31	0,04032			

CV, %=13,45

APÊNDICE 61. Análise de variância sobre variável ovos bicados não eclodidos de embriões incubados às 67 semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,000362	0,00012	0,4	0,7565
Erro	28	0,008227	0,000305		
Total corrigido	31	0,008819			

CV, %=7,35

APÊNDICE 62. Análise de variância sobre a variável malformação de embriões incubados às 67 semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,000074	0,000024	0,64	0,5941
Erro	28	0,001042	0,000038		
Total corrigido	31	0,001116			

CV, %=2,75

APÊNDICE 63. Análise de variância sobre a mortalidade embrionária de refugos às 67semanas.

Fonte de variação	GI	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	3	0,000687	0,000229	0,59	0,6255
Erro	28	0,010448	0,000387		
Total corrigido	31	0,012096			

CV, %=8,23

## **VITA**

Cibele Araújo Torres, filha de Faustino de Jesus Almeida Torres e Linamara Araújo Torres, nasceu em Porto Alegre, RS, no dia 21 de junho de 1980. Concluiu o ensino médio na Escola de 1º Grau Mãe Admirável e 2º Grau na Escola Santa Rosa de Lima, Porto Alegre, RS. Em 1999 ingressou no Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, obtendo o Grau de Médica Veterinária em Dezembro de 2004. Trabalhou na Empresa Doux Frangosul S/A Agro Avícola Industrial no cargo de Supervisora Técnica Júnior de Dezembro de 2004 até Fevereiro de 2006, quando iniciou em Março o curso de mestrado na área de Produção Animal, subárea Produção e Manejo de Não-ruminantes, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.