

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

**TREONINA DIGESTÍVEL NA DIETA DE CODORNAS DE CORTE EM  
CRESCIMENTO**

**Janaína Scaglioni Reis**

Pelotas, 2014

**JANAINA SCAGLIONI REIS**

**TREONINA DIGESTÍVEL NA DIETA DE CODORNAS DE CORTE EM  
CRESCIMENTO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências, na área de concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Nelson José Laurino Dionello  
Co-orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Nunes

Pelotas, 2014

**Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas**  
**Catálogo na Publicação**

**R375e Reis, Janaína Scaglioni**

**Estudo alométrico da carcaça, biometria e morfometria intestinal em codornas de corte aos 21 e 42 dias de idade alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível na dieta / Janaína Scaglioni Reis, Nelson José Laurino Dionello ; Nelson José Laurino Dionello, orientador ; Ana Paula Nunes, coorientadora. — Pelotas, 2014.  
80 f. : il.**

**Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2014.**

**1. Aves. 2. Alometria. 3. Histologia. 4. Nutrição. 5. Intestino delgado. I. Dionello, Nelson José Laurino. II. Dionello, Nelson José Laurino, orient. III. Nunes, Ana Paula, coorient. IV. Título.**

**CDD : 636.5**

**Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842**

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Nelson José Laurino Dionello – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Berilo Brum Júnior- Instituto Federal Farroupilha

Dr. Juliana Klug Nunes- Instituto Federal Sul Riograndense

Profa. Dra. Débora Cristina Nichele Lopes – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Gilberto D'Avila Vargas- Universidade Federal de Pelotas

Ao meu esposo Otávio  
Aos meus pais, Tailor e Maria Rita  
Aos meus irmãos, Fabrício e Janine

**Dedico**

## **Agradecimentos**

A Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de minha formação profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade da realização e conclusão do meu mestrado e doutorado.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo para o doutorado.

Aos meus pais, Tailor e Maria Rita por terem me recebido carinhosamente de volta em casa para a realização do meu doutorado. Vocês sempre serão meu porto seguro.

Aos meus irmãos, Fabrício e Janine pelo amor e amizade, Janine obrigada por ter me acolhido de braços tão abertos e carinhosos.

Ao meu esposo Otávio, por ter me dado incentivo no seguimento dos meus estudos e por ter superado com imensa paciência e amor o tempo que estivemos casados à distância e dependentes da ponte aérea.

Ao meu orientador Prof. Dr. Nelson J.L. Dionello, pela amizade, ensinamentos, compreensão e carinho durante toda minha trajetória do mestrado e doutorado.

A minha co-orientadora Profa. Dra. Ana Paula Nunes pela atenção, carinho e ensinamentos.

A Profa. Dra. Débora C.N.Lopes pela contribuição imprescindível na formulação das dietas.

A amiga Ariane Gotuzzo pela dedicação, apoio e amizade.

Aos alunos da graduação e pós-graduação que contribuíram para o desenvolvimento dos experimentos realizados.

Ao Seu Juca, pela ajuda e dedicação na condução do experimento a campo.

Aos laboratoristas do laboratório de Histologia do IB da UFPEL: Eliane, Luís Otavio, Luís Augusto e Profa. Dra. Rosângela, pelos ensinamentos e por terem feito meus dias no laboratório tão alegres e produtivos.

Aos membros da banca examinadora, os professores Berilo Brum Jr., Débora C.N.Lopes, Gilberto D'Avila Vargas e Juliana Klug Nunes pela disponibilidade na

participação da minha defesa de tese e por fazerem parte da conclusão de mais ciclo acadêmico em minha vida.

A Deus, pela vida.

“A verdadeira viagem do descobrimento  
não consiste em procurar novas paisagens,  
mas em ter novos olhos”

Marcel Proust



## Resumo

REIS, Janaína Scaglioni. **Treonina digestível na dieta de codornas de corte em crescimento**. 2014. 80f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

O objetivo desta tese foi avaliar o nível adequado de treonina digestível na dieta de codornas de corte na fase inicial e na fase de crescimento, foram estudados o desenvolvimento alométrico da carcaça, a morfometria e a biometria intestinal. O estudo foi composto por dois experimentos, o primeiro para o estudo da fase inicial (7 aos 21 dias) e o segundo para a fase de crescimento (22 aos 42 dias). Foram utilizadas quatro níveis de treonina digestível na dieta. O delineamento experimental adotado para os dois experimentos foi o inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e 10 repetições, totalizando 40 unidades experimentais. No estudo alométrico, as codornas macho com dieta composta por 0,98% de treonina digestível na fase inicial obtiveram para o crescimento do peito, sendo este crescimento tardio; aos 42 dias foi obtido efeito para peito em machos e fêmeas com a inclusão de 0,72% de treonina digestível na dieta, sendo ambos de crescimento tardio. Para o estudo de morfometria intestinal foram obtidos diferentes níveis de treonina que mostraram efeito para as diferentes partes do intestino delgado, porém não conseguiu se chegar a um valor ideal para a maior área e altura de vilosidades intestinais, bem como para profundidade de cripta. A análise da biometria intestinal aos 42 dias, as fêmeas apresentaram maior peso e comprimento intestinal.

**Palavras-chave:** aves, alometria, histologia, nutrição, intestino delgado

## Abstract

REIS, Janaína Scaglioni. **Digestible threonine in the diet of quails in growing.** 2014. 80f. Dissertation (Doutorado em Produção Animal) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

The aim of this dissertation was to evaluate the appropriate level of threonine in the diet of quails in their initial period and growing period, the carcass allometric development, intestinal morphology and intestinal biometrics were studied. This study consisted of two experiments: the first one looks into the initial period (7 to 21 days), and the second one investigates the growing period (22 to 42 days). Four levels of threonine were used in the diet. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement with four treatments and 10 repetitions, totaling 40 experimental units. In the allometric study, male quails with a diet composed of 0.98% of digestible threonine obtained positive effects for breast growth in the initial period, but this growth is delayed; for 42-day quails of both genders with a diet composed of 0.72% of digestible threonine the breast growth is also delayed. In the study of intestinal morphology, different levels of threonine were obtained which showed positive effects to the different parts of the small intestine, however it was not possible to determine an optimal value for area and height of intestinal villi as well as crypt depth. In the analysis of intestinal biometrics of 42 days, the females presented a larger weight and intestinal length.

**Key-words:** birds, allometry, histology, nutrition, small intestine

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b>	Fórmula estrutural da treonina	19
<b>Figura 2</b>	Codornas para corte com 1 dia de idade	31
<b>Figura 3a</b>	Dissecação das carcaças	37
<b>Figura 3b</b>	Dissecação das carcaças	37
<b>Figura 4</b>	Intestino de codorna de corte	38
<b>Figura 5</b>	Corte do fragmento do intestino delgado	39
<b>Figura 6</b>	Fragmento intestinal em solução de formol 10%	39
<b>Figura 7</b>	Medida da área da vilosidade duodenal em codornas de corte aos 21 dias de idade, obj.10x	40
<b>Figura 8</b>	Medida da altura da vilosidade ileal em codornas de corte aos 21 dias de idade, obj. 10x	40
<b>Figura 9</b>	Medida da profundidade da cripta jejunal em codornas de corte aos 21 dias de idade, obj. 40x	40
<b>Figura 10</b>	Área das vilosidades duodenais em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	54
<b>Figura 11</b>	Área das vilosidades duodenais em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	54
<b>Figura 12</b>	Área das vilosidades ileais em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	58
<b>Figura 13</b>	Altura das vilosidades duodenais em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	59
<b>Figura 14</b>	Altura das vilosidades jejunais em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	59
<b>Figura 15</b>	Altura das vilosidades ileais em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina	60

	digestível	
<b>Figura 16</b>	Altura das vilosidades duodenais em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	60
<b>Figura 17</b>	Altura das vilosidades jejunais em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	61
<b>Figura 18</b>	Altura das vilosidades ileais em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	61
<b>Figura 19</b>	Profundidade da cripta jejunal em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	61
<b>Figura 20</b>	Profundidade da cripta ileal em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	62
<b>Figura 21</b>	Relação vilo:cripta no duodeno em codornas de corte aos 21 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível	64
<b>Figura 22</b>	Relação vilo:cripta no jejuno em codornas de corte aos 21 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível	65
<b>Figura 23</b>	Relação vilo:cripta no íleo em codornas de corte aos 21 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível	67
<b>Figura 24</b>	Relação vilo:cripta no duodeno, jejuno e íleo em codornas de corte aos 42 dias de idade	67
<b>Figura 25</b>	Peso do intestino total em codornas de corte fêmea aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	67
<b>Figura 26</b>	Comprimento do intestino delgado em codornas de corte fêmea aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	68

### Lista de tabelas

<b>Tabela 1</b>	Dieta experimental na fase inicial (7 aos 21 dias)	35
<b>Tabela 2</b>	Dieta experimental na fase de crescimento (22 aos 42 dias)	36
<b>Tabela 3</b>	Dados alométricos para codornas de corte machos e fêmeas alimentadas com níveis de treonina digestível na dieta e abatidas aos 21 dias de idade	44
<b>Tabela 3a</b>	Dados alométricos para codornas de corte machos e fêmeas alimentadas com níveis de treonina digestível na dieta e abatidas aos 21 dias de idade	46
<b>Tabela 4a</b>	Dados alométricos para codornas de corte machos e fêmeas alimentadas com níveis de treonina digestível na dieta e abatidas aos 42 dias de idade	50
<b>Tabela 4a</b>	Dados alométricos para codornas de corte machos e fêmeas alimentadas com níveis de treonina digestível na dieta e abatidas aos 42 dias de idade	51
<b>Tabela 5</b>	Peso do intestino total e intestino delgado em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	53
<b>Tabela 6</b>	Comprimento do intestino total e intestino delgado em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	54
<b>Tabela 7</b>	Peso do intestino total e intestino delgado em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	55
<b>Tabela 8</b>	Comprimento do intestino total e intestino delgado em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	56
<b>Tabela 9</b>	Área das vilosidades intestinais em codornas de corte aos 21 e 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	58
<b>Tabela 10</b>	Altura de vilosidade intestinal em codornas de corte aos 21 e 42 dias de idade alimentadas com níveis de treonina	60

digestível

<b>Tabela 11</b>	Profundidade da cripta intestinal em codornas de corte aos 21 e 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível	64
<b>Tabela 12</b>	Relação altura de vilosidade x profundidade de cripta em codornas aos 21 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível	66
<b>Tabela 13</b>	Relação altura de vilosidade x profundidade de cripta em codornas aos 42 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível	68

## Sumário

<b>1 Introdução</b>	<b>15</b>
<b>2 Revisão de literatura</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Treonina Digestível</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Alometria</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Intestino Delgado</b>	<b>24</b>
<b>3 Material e Métodos</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Local e período experimental</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Instalações e equipamentos</b>	<b>32</b>
<b>3.3 Aves</b>	<b>33</b>
<b>3.3.1 Abate das aves</b>	<b>33</b>
<b>3.4 Delineamento experimental e tratamentos</b>	<b>34</b>
<b>3.5 Variáveis analisadas</b>	<b>36</b>
<b>3.5.1 Alometria</b>	<b>36</b>
<b>3.5.2 Biometria intestinal</b>	<b>37</b>
<b>3.5.3 Morfometria intestinal intestinal</b>	<b>38</b>
<b>3.6 Análise Estatística</b>	<b>41</b>
<b>4 Resultados e discussão</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Estudo da alometria</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Estudo da Biometria intestinal</b>	<b>52</b>
<b>4.3 Estudo da Morfometria intestinal</b>	<b>57</b>
<b>5 Conclusões</b>	<b>69</b>
<b>6 Referências</b>	<b>70</b>

## 1 Introdução

As codornas estão se tornando uma espécie de grande interesse econômico por ser fonte de proteína de alta qualidade (BAUMGARTNER, 1994).

Embora na maioria dos países as codornas já sejam exploradas com dupla finalidade, produção de ovos e produção de carne (JONES et al., 1979; TSERVENIGOUSI ; YANNAKOPOULOS, 1986; GUSHIN et al., 1992 e BAUMGARTNER, 1994), no Brasil a maioria de sua exploração ainda se destina quase que exclusivamente à produção de ovos.

Porém, existe a necessidade da população de obter produtos diferenciados de qualidade satisfatória, como novas fontes proteicas. Isso tem justificado o crescimento significativo na demanda e produção de carne de codorna, além de possuir um elevado teor proteico também é uma carne com pouca deposição de gordura (MURAKAMI et al., 1998; WINTER et al., 2006).

O material existente no Brasil para produção de carne de codorna precisa de contínua seleção, há a necessidade de se melhorar o material genético especializado, com maior peso e melhor conformação de carcaça, ideal para o atendimento dos mercados internos e de exportação (GARCIA, 2002).

O Brasil não dispõe de material genético próprio de codornas, tanto para a produção de ovos como para a produção de carne, e ambos os sistemas de produção ficam na dependência de matrizes importadas (DIONELLO et al., 2008). Dentro do processo de melhoramento genético de codornas de corte, a carcaça se constitui no principal produto comercializável, assim como, em outros animais destinados a produção de carne. Para se obter materiais genéticos de qualidade, são necessários programas de melhoramento genéticos bem fundamentados, embasados em parâmetros genéticos acurados e precisos (DIONELLO et al., 2008).

Os aminoácidos têm várias funções no organismo e as necessidades de formar as proteínas corporais são, quantitativamente, prioritárias. Dos vinte aminoácidos que as codornas exigem apenas nove, são considerados essenciais (D'MELLO, 2003).

Na criação de codornas, os estudos em nutrição tornaram-se ainda mais relevantes, pois é justamente sobre o fator alimentação que recai a maior parcela do



ônus de produção, direcionados, em grande parte, aos alimentos protéicos da ração (SILVA et al., 1997).

As dietas destinadas à alimentação de codornas são frequentemente balanceadas empregando-se valores de energia metabolizável que, de acordo com Rostagno et al. (2005), foram determinados para pintos, galos e galinhas poedeiras.

Contudo, essa pode ser considerada uma extrapolação incorreta, pois codornas possuem maior taxa de passagem dos alimentos no trato digestivo e maior proporção do aparelho digestivo em relação ao peso corporal (MURAKAMI e FURLAN, 2002).

O tempo de passagem da digesta pelo intestino das codornas é muito rápido, variando de 60 a 90 minutos (MCFARLAND e FREDLAND, 1965, apud VOHRA e ROUSBUSH, 1971), esse fato pode gerar diferenças na digestibilidade, no aproveitamento e na determinação do valor energético dos alimentos.

A utilização de aminoácidos sintéticos nas rações reduz o custo das dietas (NETO, 2010), pois permite reduzir a proteína bruta da dieta e contribui, em consequência, para a redução da excreção de ácido úrico, evitando assim a excreção de nitrogênio no ambiente (BERRES, 2006).

A carcaça se constitui no principal produto comercializável em animais destinados a produção de carne (FORREST et al., 1979 apud SANTOS et al., 2001). O conhecimento da quantidade dos diferentes tecidos que compõem a carcaça é de grande importância, pois pode proporcionar ao produtor uma melhor remuneração na venda dos animais (OSÓRIO et al., 1998). O conhecimento das modificações que ocorrem durante o período de crescimento é importante, uma vez que o valor dado ao animal com aptidão para carne depende das mudanças que se produzem nesse período (SANTOS et al., 2009).

Um estudo importante é o da alometria, onde se explica parte das diferenças quantitativas que se produzem entre regiões corporais dos animais e constitui um meio eficaz para o estudo de suas carcaças (CABRERO, 1984 apud OSÓRIO et al., 1995).

Outro relevante estudo é o da biometria intestinal em aves já que de acordo com Liliyah et al. (1985) o aumento do tamanho dos intestinos melhora a capacidade de ingerir e digerir alimentos em codornas.

Nutricionalmente, o tamanho dos intestinos pode afetar a taxa de passagem do alimento pelo trato digestório e, com isso, afetar a eficiência e a absorção dos nutrientes da dieta. Cherry e Siegel (1978) verificaram que frangos de corte com trato digestório mais pesados, apresentavam menor velocidade de esvaziamento gastrointestinal, permitindo assim, maior exposição dos nutrientes às células de absorção.

O intestino está frequentemente exposto a invasão de microorganismos que podem ser introduzidos pela ingestão do alimento, água ou contaminante ambiental, podendo ocorrer a perda da integridade intestinal, já que o intestino é um sistema aberto em suas extremidades, revestido por células epiteliais especializadas (MACARI et al., 2002).

A máxima capacidade de digestão e absorção ocorre quando o animal apresenta uma grande área luminal, com altas vilosidades e enterócitos maduros, sendo fundamental para o seu desenvolvimento (CERA et al., 1988). Os processos de absorção são totalmente dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal.

A treonina está presente no epitélio gastrointestinal (células da mucosa, muco e enzimas digestivas) atuando diretamente na integridade e no desenvolvimento do intestino e também está envolvida na resposta imune, pois faz parte das moléculas de determinadas globulinas do sistema imunitário (imunoglobulinas) (WU, 1998; OJANO-DIRAIN ; WALDROUP, 2002).

Este estudo teve como objetivo avaliar o nível adequado de treonina digestível na dieta de codornas de corte nas fases inicial (7 aos 21 dias) e de crescimento (22 aos 42 dias) buscando-se informações sobre o desenvolvimento alométrico da carcaça, biometria e morfometria intestinal.

## 2 Revisão de literatura

### 2.1 Treonina Digestível

Pesquisas evidenciam a treonina como sendo um dos aminoácidos mais importantes no metabolismo e na nutrição de frangos, exercendo um papel dinâmico no organismo animal, com atuação importante na síntese proteica, no desenvolvimento e funcionamento do trato gastrointestinal e na função imune, fazendo parte das moléculas de algumas imunoglobulinas (NETO, 2010).

Estudos mostram que o uso L-treonina nas dietas tem se mostrado eficiente em melhorar o desempenho das aves com consequente melhorias na condição geral dos galpões, contribuindo para um melhor aproveitamento das dietas e menor excreção de N no ambiente (NETO, 2010).

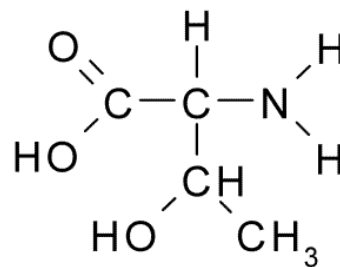
A treonina é um dos nove aminoácidos essenciais para os animais superiores, sendo o terceiro aminoácido limitante em dietas para aves a base de milho e farelo de soja, precedido dos aminoácidos sulfurosos e da lisina (SÁ et al., 2007).

Possui grande importância para manutenção, por participar em altas concentrações na constituição da proteína endógena (saliva, descamação de células do trato digestório e secreções enzimáticas) em relação a outros aminoácidos essenciais (MOUGHAN; FULLER 2003); tem participação essencial na síntese de proteína corporal e é essencial na manutenção da saúde e da integridade intestinal, é também um componente importante no desenvolvimento da pena, participando em 4 a 5 % da proteína bruta da mesma.

Formular dietas de custo mínimo, que atendam às exigências de treonina é essencial para a um melhor potencial genético das aves para diminuir o desequilíbrio entre os aminoácidos, já que a deficiência em treonina pode diminuir a eficiência de utilização de metionina e de lisina, primeiro e segundo aminoácidos limitantes respectivamente, na dieta de frangos de corte (ATENCIO et al., 2004).

A estrutura química da treonina (ácido  $\alpha$ -amino- $\beta$ -hidróxi-n-butírico,  $C_4H_9O_3N$ ) foi determinada em 1935 por William C. Rose, sendo denominada assim pela sua semelhança com a estrutura química do carboidrato simples treose (De BLAS et al., 2000).

A treonina (Fig. 1) é um dos aminoácidos de menor peso molecular, contém 11,76% de N, possui um grupo R polar e neutro (sem carga líquida), que resulta relativamente hidrofílico por possuir um grupo hidroxila capaz de formar ligações de hidrogênio com a água, por esse motivo a treonina é geralmente encontrada na superfície da molécula proteica (MARZZOCO; TORRES, 1999; De BLAS et al., 2000). Além disso possui dois átomos de carbono assimétricos, por isso, existem quatro estéreo-isômeros ópticos possíveis: a L e D treonina e a L e D alotreonina (De BLAS et al., 2000).



**Figura 1-** Formula estrutural da treonina

Na natureza somente é encontrado o isômero L- treonina, as formas D não possuem atividade metabólica em animais domésticos, esse aminoácido não é transaminado, pois os animais não dispõem de uma isomerase (transaminase) capaz de transformar D em L treonina (SANTOMÁ, 1991; De BLAS et al; 2000).

A produção industrial do isômero L-treonina se faz através da fermentação microbiana, onde os microrganismos especializados utilizam os açúcares dos ingredientes como beterraba, cana de açúcar e amido hidrolisados de cereais como substrato sintetizando o isômero L-treonina (SANTOMÁ, 1991; De BLAS et al; 2000).

A treonina participa da síntese proteica e seu catabolismo pode gerar numerosos produtos importantes no metabolismo como por exemplo: glicina, acetilCoA, succinilCoA e piruvato (LEHNINGER, 1991).

A treonina atua como um aminoácido glicocetogênico na célula, tendo seu carbono  $\alpha$  oxidado e sua cadeia carbônica partida, gerando uma molécula de glicina e outra de acetaldeído que se converte em acetilCoa (NELSON ; COX, 2005). A acetilCoa é aproveitada pelo Ciclo de Krebs resultando em Piruvato (MARZZOCO ; TORRES, 1999) ou, em outra via, converte-se em Succinil-CoA (LEHNINGER,

1991). Neste processo estão envolvidas as enzimas treonina desidratase e serina desidratase. A maior atividade da treonina desidrogenase ocorre no pâncreas e da treonina desidratase e treonina aldolase ocorre no fígado e músculo, indicando que estas enzimas são as mais importantes na degradação da treonina em frangos (DAVIS ; AUSTIC, 1982).

A treonina é encontrada em altas concentrações no coração, músculo esquelético e sistema nervoso central. É exigido para a formação da proteína e manutenção do *turnover* proteico corporal, ajudando na formação do colágeno e da elastina, além de atuar na formação de anticorpos (SÁ et al., 2007)

A equivalência proteica da treonina situa-se em torno de 74% (LEESON e SUMMERS, 2001). A L-treonina pura é 100% digestível e está disponível comercialmente, oferecendo maior flexibilidade na formulação de dietas (UMIGI et al., 2007).

A treonina tem maior importância no período de crescimento e terminação, porque a proporção de exigência de treonina para manutenção é alta em relação aos demais aminoácidos, por causa de sua alta taxa de *turnover* e relativa abundância nas secreções intestinais endógenas (KIDD, 2000).

Os coeficientes da digestibilidade nos ingredientes para a treonina são normalmente mais baixos do que para lisina e variáveis entre matérias-primas, devido a treonina possuir uma hidrólise e absorção mais lentas (DE BLAS et al, 2000), este fator a torna eficiente como constituinte das mucinas (proteínas indigestíveis), que protegem o trato gastrintestinal da ação das suas próprias enzimas que resultaria em autodigestão (BURACZEWSKA et al., 2006).

A competição por transportadores no lúmen intestinal é outro fator que pode contribuir para a menor taxa de absorção de treonina, pois aminoácidos com estruturas semelhantes competem pelos mesmos carreadores, sendo a serina e o triptofano competidores diretos da treonina nesse sentido. Além disso, a digestibilidade dos aminoácidos pode ser muito baixa em algumas fontes de proteína vegetal de rações para frangos, dependendo da quantidade de fibra na matéria-prima utilizada (LEESON ; SUMMERS, 2001).

A digestibilidade da treonina é inferior à média da proteína e é bastante variável; as elevadas concentrações de treonina nas perdas gastrintestinais que chegam ao ceco indicam que a digestibilidade do íleo aparente subestima as

quantidades de treonina que podem ser absorvidas no final do intestino delgado das aves (BERRES, 2006).

O conteúdo ileal é bastante rico em treonina (Le Bellego et al., 2002), e possui relação treonina:lisina de 1,74 enquanto que nas excretas de aves domésticas esta relação é de 1,32, isso indica uma perda bem superior de treonina nas fezes em relação a perda de lisina (KADIM et al., 2002),.

Esta característica específica da treonina, que está ligada às suas funções metabólicas, ressalta a importância da utilização de valores digestíveis. Além disso, secreções endógenas (muco e enzimas), o *turnover* proteico e a utilização dos aminoácidos pelas bactérias podem influenciar a digestibilidade e o uso da treonina pelo trato gastrointestinal (MELCHIOR et al., 2006).

O uso da treonina absorvida e a exigência do trato intestinal são dependentes de alguns fatores como: desenvolvimento da microflora do intestino, atividade dos tecidos linfáticos, estado nutricional do animal e desordens digestivas (NETO, 2010). Por isso na formulação da dieta é importante utilizar os valores digestíveis ao invés de totais, pois isso reduz o risco da dieta que será oferecida ao animal possuir uma quantidade de aminoácidos muito inferior daquele que se buscou na formulação, isto se aplica principalmente a treonina, devido à sua digestibilidade relativamente baixa (NETO, 2010).

O aumento da exigência de treonina, com incremento de proteína bruta da ração foi verificado em estudo de Robbins (1987), que utilizou dietas contendo 15 e 20% de proteína, obtendo valores de 0,58 e 0,75% de treonina respectivamente, para uma performance ótima dos frangos; resultados semelhantes encontrados em estudo de Rangel-Lugo et al. (1994), que usando níveis de proteína bruta de 20 e 25%, encontraram exigência de treonina de 0,76 e 0,90% respectivamente.

De acordo com NRC (1994), a exigência de treonina para a fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade) é de 0,80% em ração com 23% de proteína bruta, enquanto Rostagno et al. (1992) recomendam 0,24% de treonina/1000kcal de energia metabolizável, já para a fase de três a seis semanas de idade a exigência de treonina em uma ração com 20% de proteína bruta seria de 0,74% (NRC, 1994) e o nível de 0,214%/1000kcal de energia metabolizável (ROSTAGNO, 1992), dados estes para frangos de corte.

Em estudo de Dozier III et al.(2001) foi observado melhor retenção de nitrogênio e energia em frangos de corte machos arraçoados com o nível mais alto 0,74% de treonina.

Samandi e Liebert (2006) observaram que uma concentração ótima de treonina foi influenciada pela idade, sexo, pelo nível de proteína bruta depositada e pela eficiência da utilização da treonina dietética e consumo de ração.

Em pesquisa de Baylan et al. (2006) através da suplementação de treonina na dieta de codornas japonesas, obteve-se como resultado que a suplementação de treonina na dieta não afetou a performance de crescimento e cortes econômicos, assumindo que as aves podem fazer adaptação metabólica na suplementação de treonina.

Em outro estudo com codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de treonina Mandal et al (2006) usaram três níveis de treonina na dieta das aves e estudaram a resposta de crescimento das codornas, como resultado obtiveram que um nível de treonina de  $10,2\text{g kg}^{-1}$  DM resultou em um melhor ganho de peso em codornas de 0-5 semanas de idade, porém, para uma melhor conversão alimentar, a melhor suplementação de treonina foi de  $11,2\text{g kg}^{-1}$ DM de 0-3 semanas de idade e  $9,6\text{g kg}^{-1}$  DM de 3-5 semanas de idade.

Soares et al (1999 a,b ) estudou a exigência de treonina para frangos de corte nos períodos de 1 a 21 dias de idade e de 22 a 42 dias de idade, como resultados foi obtido para o primeiro período de estudo os níveis ótimos de treonina total nos valores de 0,86 e 0,73% e de 0,73 e 0,62% respectivamente para os valores de treonina digestível; valores estes para ótimo desempenho de frangos de corte machos e fêmeas. Para o estudo dos 22 aos 42 dias de idade os resultados obtidos foram o nível de treonina total de 0,67 e 0,57% para treonina digestível, valores suficientes para maximizar o desempenho dos animais.

## 2.2 Alometria

Dentro do processo de melhoramento genético de codornas de corte, a carcaça se constitui no principal produto comercializável, assim como, em outros animais destinados a produção de carne (FORREST et al., 1979).

O desenvolvimento do animal pode ser descrito pelo coeficiente de alometria, que permite estabelecer o tipo de carcaça ideal, que seria aquela com máxima quantidade de tecido muscular, mínima de tecido ósseo e adequada deposição de gordura exigida pelo mercado ao qual será destinada, já que este método explica parte das diferenças quantitativas que se produzem entre animais e constitui um meio eficaz para o estudo das carcaças (SANTOS et al., 2001).

Neste sentido é importante que estejam disponíveis para produtores e pesquisadores métodos rápidos e econômicos para estimar a composição física da carcaça e de seus cortes (SANTOS et al., 2009).

As equações alométricas são utilizadas para indicar o crescimento dos tecidos muscular, adiposo e ósseo da carcaça em relação ao peso corporal e ao peso da carcaça (ÁVILA ; OSÓRIO, 1996).

A equação alométrica mais utilizada foi a proposta por Huxley (1932), e é definida como  $y = ax^b$ . A equação alométrica proporciona uma interessante descrição quantitativa da relação parte/todo e, mesmo não registrando detalhes, se torna interessante porque reduz toda a informação em apenas um valor (BERG e BUTTERFIELD, 1978).

Na composição da carcaça, os tecidos musculares, ósseos e adiposos não se desenvolvem de forma isométrica, cada qual possui um impulso de crescimento diferente em uma fase da vida do animal (FORREST et al., 1979).

A idade e o peso em que ocorrem a aceleração ou desaceleração no desenvolvimento de cada tecido dependem da raça, do sexo, do nível nutricional, do sistema de criação, entre outros fatores (SANTOS et al., 2001; ROTA et al., 2002)

Uma maior relação músculo: osso e uma menor relação músculo: gordura é de extrema importância do ponto de vista do consumidor, pois o músculo é o tecido mais valorizado da carcaça, sendo tal relação observada nas raças mais especializadas na produção de carne, de maior porte e mais tardias (OLIVEIRA et al., 1998; PEREIRA et al., 2001; OSORIO et al., 2002).

De acordo com Avila e Osório (1996), o estudo da alometria está baseado, principalmente, no fato do desenvolvimento corporal ser uma função do peso e não do tempo necessário para alcançá-lo. Por isso, o abate de animais com determinada amplitude de variação de peso vivo, realizado sequencialmente, tem sido um dos



métodos mais utilizados para descrever o crescimento relativo dos componentes da carcaça (BERG ; BUTTERFIELD, 1966).

A composição regional é realizada para determinar a proporção de cada parte dentro de uma carcaça, pois um dos critérios de qualidade é a porcentagem dos cortes de qualidade superior que a carcaça contém (SANUDO, 1980; LOPEZ, 1987).

### 2.3 Intestino Delgado

O intestino delgado é dividido em duodeno, jejuno e íleo. No duodeno existe uma alça, no meio desta está localizado o pâncreas, ficando observável a diferenciação entre o duodeno das demais partes. O divertículo vitelínico, formalmente chamado de divertículo de *Meckel* é frequentemente usado como delimitação para separar o jejuno do íleo (DENBOW, 2000).

A camada mucosa consiste-se de muscular da mucosa, lâmina própria e epitélio, entretanto a muscular da mucosa e a lâmina própria são pouco desenvolvidas em aves. O epitélio possui três tipos de células (principais, caliciformes e endócrinas) sendo que as criptas de *lieberkuhn* possuem células indiferenciadas, células caliciformes, células endócrinas e linfócitos. Leucócitos globulares e células de *paneth* aparecem perto da base das criptas (DENBOW, 2000).

Os órgãos tubulares do sistema digestório apresentam características funcionais específicas, as características histológicas e citológicas dos órgãos e glândulas anexas, determinam a ocorrência sucessiva dos processos de aquisição e transformação progressiva do alimento ingerido em produtos passíveis de absorção, bem como a eliminação de produtos não utilizados (BOARO, 2009).

A estrutura dos órgãos tubulares do sistema digestório das aves é semelhante aos mamíferos, um modelo estrutural básico, constituído por quatro túnicas ou camadas concêntricas, com características histológicas e funcionais distintas, denominadas da luz tubular para periferia do órgão de: mucosa, submucosa, muscular e serosa (MACARI et al., 2002).

A túnica mucosa apresenta-se constituída por um epitélio estratificado pavimentoso, por uma lâmina própria, constituída de tecido conjuntivo frouxo e uma

muscular da mucosa constituída de tecido muscular liso, a qual tem por função controlar os movimentos da mucosa intestinal que são independentes dos da túnica muscular. Em alguns segmentos do sistema digestório, pode aparecer glândulas chamadas de mucosas nessa túnica (BOARO, 2009).

A túnica submucosa é constituída de tecido conjuntivo moderadamente denso, e tal como a mucosa, pode conter glândulas submucosas. Em ambos os tipos de glândulas, os ductos se abrem na luz intestinal. Tanto na mucosa como na submucosa, o tecido conjuntivo é rico em vasos sanguíneos e linfáticos, e pode conter nódulos linfóides (BOARO, 2009).

A túnica muscular possui, em geral, duas camadas de músculos lisos. A camada interna é formada de fibras musculares dispostas de forma circular ao trato digestório. Sua contração alonga e constringe o intestino. A camada externa é constituída de fibras musculares dispostas longitudinalmente, que servem para encurtar o sistema digestório (BOARO, 2009). A ação coordenada dessas duas camadas, da túnica muscular, promove a peristalse e a segmentação. A túnica serosa, por sua vez, é formada de tecido conjuntivo envolto por mesentério, com exceção da porção cervical do esôfago (BOARO, 2009)

Os intestinos contêm extensa inervação simpática e parassimpática. O nervo intestinal (nervo de *remak*) que se encontra no intestino delgado e grosso é único em aves. Esse nervo possui fibras autônomas simpáticas e parassimpáticas (HODGKISS, 1986)

Durante as primeiras semanas de vida, o grande crescimento do trato digestório excede o crescimento de outros órgãos das aves e, esse desenvolvimento é fundamental para que a ave maximize a absorção dos nutrientes fornecidos pela dieta (LODDI, 1998). Este desenvolvimento consiste no aumento da altura e densidade dos vilos, o que corresponde a um aumento no número de células epiteliais (LODDI, 1998).

Também, durante a primeira semana de vida, os frangos de corte apresentam anatomia e fisiologia diferenciada das aves mais velhas, tendo deficiência em digerir e absorver alguns nutrientes, (AMBROZINI, 2001). Sendo assim, essa semana está sendo muito estudada, já que o desenvolvimento do Trato Gastrointestinal (TGI) nesse período é essencial para que o frango possa expressar o seu alto potencial

genético para ganho de peso, permitindo diminuir o tempo necessário para que se atinja o peso de abate (NITSAN, 1995).

O trato digestório sofre um processo de maturação na fase após a eclosão, semelhante ao que ocorre com os sistemas termorregulador e imunológico. Sendo o pintainho submetido à dieta sólida na fase após a eclosão, há necessidade de um bom entendimento dos processos de desenvolvimento morfofuncional durante as duas primeiras semanas de vida da ave, período este que representa nada menos do que 30% do tempo de vida do frango (NITSAN, 1995).

A mucosa intestinal responde aos agentes exógenos através de diversas modificações morfológicas: na altura e número das vilosidades intestinais, profundidade das criptas intestinais, proliferação celular e número de células mortas por perda epitelial (GOMIDE-JUNIOR et al., 2004).

O número de vilosidades e seu tamanho, assim como o número de microvilos em cada parte do intestino delgado, conferem a ele características próprias, sendo que a capacidade de absorção do segmento intestinal será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes, tamanho dos vilos e área de superfície disponível para absorção (MACARI, 1999)

De acordo com Yamauchi e Ishiki (1991), a densidade de vilos é diferente nos segmentos intestinais (duodeno, jejuno e ileo), onde o número de vilos é reduzido aos 10 dias de idade. Isto não implica em menor capacidade absorptiva, mas sim em maior desenvolvimento do vilo; assim, o número de vilos/área é reduzido em função da idade. Aptekmann et al. (2001) afirmaram que os arranjos das vilosidades intestinais são controlados pela absorção dos nutrientes.

Segundo Pluske et al. (1997), um maior valor de profundidade da cripta, indica maior atividade proliferativa celular, para garantir adequada taxa de renovação epitelial para compensar as perdas nas extremidades das vilosidades.

De acordo com Arruda et al. (2008) a profundidade de cripta é um indicativo da hiperplasia das células epiteliais, o que está relacionado com o tamanho da zona de extrusão das vilosidades e o grau de antigenicidade dos ingredientes da ração.

Após o nascimento, o intestino delgado das aves continua a crescer em peso mais rapidamente do que a massa corporal total. Este crescimento relativo do intestino delgado é máximo entre seis e dez dias de idade nos frangos e ocorre na presença ou ausência de alimentos (MATEOS et al., 2004; SKLAN, 2004), porém, a

ingestão de alimentos estimula o desenvolvimento do TGI (GRACIA et al., 2003) sendo que o crescimento do duodeno ocorre mais cedo do que do jejuno e do íleo (UNI et al., 1999).

A dinâmica entre o crescimento intestinal, as funções digestivas e a dieta é crítica durante o período pós-eclosão, quando as aves passam a não depender da nutrição entérica (UNI et al., 1999) a influência da presença ou ausência do alimento torna-se maior sobre o trato gastrointestinal e principalmente sobre a mucosa intestinal. O peso do intestino delgado aumenta paralelamente a ingestão de nutrientes em frangos jovens (OBST ; DIAMOND, 1992; UNI et al.,1999).

Nas aves recém eclodidas, as enzimas exigidas para a digestão dos alimentos devem ser secretadas em quantidades suficientes para a hidrólise antes do aumento do enterócito. A digestão inicial da alimentação é realizada pela pepsina, proteases, peptidases, lipase e amilase pancreáticas. Os estágios finais da digestão são realizados por enzimas da borda em escova (UNI et al.1999).

A área das vilosidades tem uma correlação linear com o peso em todos os segmentos. As mudanças na profundidade de cripta com a idade são pequenas, e são inicialmente mais rápidas no duodeno que no jejuno e no íleo, entretanto, no jejuno elas aumentam a partir do 3º dia de idade, semelhantemente ao duodeno. No íleo, após o sexto dia praticamente não acontecem mudanças (UNI, 1999).

O jejuno aumenta sua massa mais rapidamente que o duodeno e o íleo após o 3º dia. Os três segmentos do intestino delgado atingem a proporção máxima em relação ao peso corporal dentro de 6 a 7 dias após a eclosão (UNI, 1999).

A competição entre bactérias e hospedeiro por nutrientes e a formação de metabólitos depressores do crescimento no intestino podem surtir efeitos negativos sobre a mucosa do intestino delgado (OLIVEIRA et al., 2008).

Uma fração importante da treonina dietética é absorvida no intestino delgado principalmente no íleo. A treonina que é absorvida pelo íleo não passa inteiramente ao sangue da veia porta, que coleta os nutrientes do processo de digestão; desta forma, uma parte significativa da treonina digestível pode ser utilizada pelo próprio trato digestório. Esta importante utilização de treonina pelo intestino está de acordo com o alto teor de treonina das secreções digestórias, entre elas o muco. (LE BELLEGO et al., 2002).

O muco tem como uma das suas funções mais importantes a proteção contra invasão bacteriana decorrente da ingestão de bactérias patogênicas, como enterites, clostridiose ou quando ocorre alteração da flora bacteriana induzindo proliferação anormal de bactérias patogênicas. O muco forma um filme protetor no qual as bactérias são retidas e destruídas pela ação do pH, lisozimas e anticorpos do tipo IgA (ITO, 1997).

De acordo com Stoll et al. (1998), quase 90% da treonina usada pelo TGI ou é secretada como proteína na mucosa ou é catabolisada, pois a mucina é praticamente indigestível, e a treonina nela contida não pode ser recuperada e é perdida nas excretas (FULLER, 1994), isto corresponde a aproximadamente 50% do aminoácido na dieta (WU, 1998). De acordo com Le Bellego et al. (2002) 40 a 50% da treonina consumida pelos animais e usada pelo intestino.

Para Myrie et al. (2003) 60% da treonina consumida é utilizada para síntese de mucina, pois é encontrada em altas concentrações nas secreções gastrintestinais (BURRIN et al., 2001).

Sendo assim, uma parte da exigência de treonina não está associada com a deposição de proteína muscular, mas com funções do trato gastrintestinal, que parece ter uma grande necessidade desse aminoácido, contribuindo extensivamente para com as exigências totais do animal.

O desenvolvimento da mucosa consiste no aumento da altura e densidade dos vilos, o que corresponde a um aumento em número de suas células epiteliais. Ele decorre primariamente de dois eventos citológicos associados: renovação celular (proliferação e diferenciação das células localizadas na cripta e ao longo dos vilos) e perda celular (extrusão que ocorre normalmente no ápice dos vilos) (YAMAUCHI ; ISHIKI, 1991). O equilíbrio entre esses dois processos determina um *turnover* (proliferação – migração - extrusão) constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos (SANTIN ; MAIORKA, 2001).

Quando o intestino responde a algum agente que causa um desequilíbrio no processo de renovação e perda celular ocorre uma modificação na altura desses vilos (YAMAUCHI ; ISHIKI, 1991).

A mucosa intestinal é constituída por células denominadas de enterócitos, as quais desenvolvem a capacidade de transportar monômeros para o interior da célula e daí para a corrente sanguínea, através da membrana basolateral. A maturação

dos enterócitos ocorre durante o processo de migração – da cripta para a ponta do vilo, e é dependente de estímulos (BOARO, 2009).

O número e tamanho dos vilos dependem do número de células que o compõem. Assim, quanto maior o número de células, maior o tamanho do vilo, e por conseqüência, maior a área de absorção de nutrientes. Dessa forma, a absorção somente se efetivará quando houver integridade funcional das células dos vilos, tanto na membrana luminal quanto na membrana basolateral (BOARO, 2009).

Outro fator muito relevante para a absorção dos nutrientes na membrana luminal é a quantidade de microvilos existentes nos enterócitos. O número de microvilos atua como um amplificador de área para a absorção dos nutrientes (BOARO, 2009)

A parede do lúmen intestinal é revestida de uma densa camada de vilos composta por células denominadas: enterócitos, caliciformes e enteroendócrinas. Os enterócitos são células responsáveis pela absorção dos nutrientes. As células caliciformes são responsáveis pela produção de mucina, que associada ao glicocalix das microvilosidades cria uma camada viscoelástica na parede intestinal restringindo a difusão de compostos de peso molecular elevado (BOARO, 2009).

O muco é composto principalmente de água (95%) e mucinas (5%), que são glicoproteínas de alto peso molecular, especialmente ricas em treonina. A camada gelatinosa de muco é secretada pelas células caliciformes disseminadas ao longo das vilosidades intestinais. O muco recobre a parede do trato digestório e a protege contra as enzimas digestivas e o dano físico provocado pela digesta (Le BELLEGO et al., 2002).

A mucina possui como principal objetivo aproximar os nutrientes da superfície de absorção e proteger as enzimas associadas a mucosa da degradação pelas enzimas pancreáticas do lúmen. As células enteroendócrinas são produtoras de hormônios peptídicos como gastrina, colecistoquinina, secretina, polipeptídeo inibidor gástrico e monoaminas biogênicas que são substâncias que participam na regulação da digestão, absorção e utilização de nutrientes (BOARO, 2009).

Quando o intestino responde a algum agente com um desequilíbrio neste *turnover*, ocorre uma modificação na altura dos vilos. Assim, se ocorrer um aumento na taxa de proliferação (mitose) com ausência, diminuição ou manutenção da taxa

de extrusão, deverá haver um aumento no número de células e, conseqüentemente, observa-se um aumento na altura dos vilos (SANTIN ; MAIORKA, 2001).

Se o estímulo levar a um aumento na taxa de extrusão, havendo manutenção ou diminuição da taxa de proliferação, o intestino deverá responder com uma redução na altura dos vilos (SANTIN ; MAIORKA, 2001).

Em estudo de Faure et al. (2005) encontrou-se que a restrição dietética de treonina prejudica a síntese de mucina intestinal, o que também em situações clínicas associadas com aumento da utilização de treonina, a sua disponibilidade pode tornar-se limitante para a síntese de mucina intestinal e conseqüentemente causar redução da função da barreira intestinal.

O intestino usa cerca de 60% da treonina dietética consumida para a síntese de mucina intestinal, substância que é resistente a digestão e é fermentada por microorganismos intestinais ou excretada nas fezes (MYRIE et al., 2001). Sendo assim, a treonina na mucina é perdida pelo animal, embora o revestimento de muco do intestino o proteja da ação de toxinas, bactérias, autodigestão e abrasão física (LAW et al., 2000).

O tipo e quantidade de mucina produzida no trato gastrointestinal influenciam as colônias microbianas, porque servem de substrato para a fermentação e fixação bacteriana. Neste processo ocorre também a disponibilidade de nutrientes via perda endógena de mucina, bem como a absorção de nutrientes e a função imune via controle de população microbiana e disponibilidade de nutrientes (CORZO et al., 2007).

Em nível de duodeno, a hidrólise dos aminoácidos ainda se encontra incompleta, logo, a absorção é mínima, além disso, nas aves, grandes quantidades de carreadores de membrana estão localizadas no íleo, o que o torna o principal sítio de absorção de aminoácidos (RUTZ, 2002).

Pequena altura de vilos resulta em decréscimo na área absorptiva, além de que pouca mucina e pouco peso da mucosa intestinal podem fazer com que o animal apresente baixa resistência a doenças e dificuldade na adaptação de mudanças na dieta (LAW et al., 2000).

Considerando a importância das secreções digestórias para a saúde do intestino e para o processo digestório, um nível adequado de treonina dietética se torna essencial (Le BELLEGO et al., 2002).

A treonina parece ser um dos principais constituintes das  $\gamma$ -globulinas do plasma (TENENHOUSE ; DEUTSCH, 1966), sendo o aminoácido em maior concentração nos anticorpos. Sua deficiência é capaz de comprometer o sistema imune e o bom funcionamento do sistema digestório, reduzindo sua disponibilidade para a síntese de proteína muscular.



### 3 Material e Métodos

#### 3.1 Local e período experimental

O estudo de campo foi conduzido no Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Dr. Renato Rodrigues Peixoto/ Departamento de Zootecnia/ Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pertencente a Embrapa-ETB, no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil, no paralelo 31°45'48''Sul e no meridiano 52°29'02'' Oeste de Greenwich.

O estudo da biometria intestinal foi realizado no Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Dr. Renato Rodrigues Peixoto, o estudo da alometria foi realizado no Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas e o estudo da Histologia foi realizado no Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia (Instituto de Biologia) localizado na Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas.

Foi realizado dois experimentos, o primeiro para a fase de inicial (7-21 dias de idade) e o segundo para a fase de crescimento (22-42 dias de idade). O período experimental para a fase inicial foi realizado de julho à dezembro de 2012, já para a fase de crescimento o período compreendido foi de Janeiro à julho de 2013. O período experimental compreendeu todas as etapas, desde o experimento de campo até a leitura das lâminas histológicas.

#### 3.2 Instalações e equipamentos

Em ambos experimentos as aves foram alojadas em baterias experimentais (2x1m), sendo na fase inicial utilizadas 400 animais e na fase de crescimento 200 animais.

Foram utilizados 40 boxes em ambos experimentos. As aves tiveram livre acesso à água e arraçoamento diário. Os comedouros eram tipo calha e os bebedouros tipo *nipple*. Sendo que na fase inicial o tipo de bebedouro foi infantil. A temperatura foi monitorada com auxílio de um termômetro visando o bem-estar das aves.

O fotoperíodo a que as aves foram submetidas foi de 16 horas de luz e 8 horas de escuro.

### 3.3 Aves

Na fase inicial foram utilizadas 100 codornas (Fig 2) por tratamento, totalizando 400 codornas de ambos os sexos da linhagem em desenvolvimento no Departamento de Zootecnia da UFPel e na fase de crescimento foram utilizadas 50 codornas por tratamento, totalizando 200 codornas sexadas.

Antes do início de cada experimento, as aves foram pesadas individualmente e distribuídas ao acaso nas baterias experimentais. Foi realizada a média de peso do grupo, dessa média foi selecionado as aves entre 10% acima e 10% abaixo do peso do grupo médio.



**Figura 2.** Codornas para corte com 1 dia de idade

#### 3.3.1 Abate das aves

O projeto de estudo intitulado “EXIGÊNCIA DE TREONINA PARA UMA LINHAGEM DE CODORNAS DE CORTE NAS FASES INICIAL E DE CRESCIMENTO E SUA INFLUÊNCIA NAS CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA”, foi aprovado pelo Conselho de ética e experimentação animal (CEEA), sob o número 9198.

No abatedouro do campus Visconde da Graça/IFSUL, após jejum de 4 horas e pesagem individual as aves foram penduradas através do metatarso em suporte próprio para a espécie, submetidas a insensibilização, que foi realizada através de eletronarcose, sendo usado corrente elétrica entre 30 e 45 V com frequência de 60 Hertz, por 10 segundos. Após a insensibilização foi realizada a sangria mecânica com lâmina cortante, sendo realizada no máximo 2 segundos após insensibilização. Foi respeitado o tempo de três minutos para que ocorresse a completa sangria. Após este tempo as aves foram submetidas à escaldagem, depenagem, evisceração e então preparadas para as análises complementares.

As carcaças foram mergulhadas em água a temperatura de 10°C sendo transferidas para um recipiente com gelo picado para resfriamento com temperatura de 4°C, sendo em seguida empacotadas individualmente em sacos plásticos próprios para acondicionamento de alimentos, e foram guardadas em freezer até o momento de serem processadas para posteriores análises.

### 3.4 Delineamentos experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e dez repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por uma divisória (correspondendo a  $\frac{1}{4}$  do andar da bateria). Na Fase inicial foram utilizadas 10 animais por unidade experimental, já na fase de crescimento foram utilizadas 5 animais por unidade experimental.

A sexagem dos animais foi considerada apenas para a análise estatística dos dados de alometria da carcaça e biometria intestinal, sendo que em ambas as fases os animais foram sexados aos 21 dias de idade.

As dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja sendo a composição dos ingredientes baseada em Silva et al (2009) de acordo com a fase de criação das aves. As dietas foram isonutritivas, com exceção dos níveis de treonina. As composições das dietas são apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Dieta experimental na fase inicial (7 aos 21 dias)

FASE INICIAL				
Nível de Treonina digestível, %	0,98	1,04	1,10	1,16
INGREDIENTE	Quantidade			
Milho	48,000	48,000	48,000	48,000
Soja farelo 45%	45,000	45,000	45,000	45,000
Núcleo	3,000	3,000	3,000	3,000
Óleo de soja	2,000	2,000	2,000	2,000
Amido	0,6881	0,6210	0,5551	0,4880
Fosfato Bicálcico	0,260	0,260	0,260	0,260
Sal comum	0,3150	0,3150	0,3150	0,3150
L-Lisina HCL	0,1800	0,1800	0,1800	0,1800
DL-metionina	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
L-treonina	0,1569	0,2240	0,2899	0,3570
Total	100	100	100	100
Proteína Bruta, %	25	25	25	25
Energia Metabolizável, %	2,90	2,90	2,90	2,90
Lisina digestível, %	1,37	1,37	1,37	1,37
Metionina + cistina digestível, %	1,05	1,05	1,05	1,05
Triptofano digestível, %	0,29	0,29	0,29	0,29
Cálcio, %	0,94	0,94	0,94	0,94
Fósforo disponível, %	0,38	0,38	0,38	0,38

Núcleo para codornas inicial/crescimento. Enriquecimento por Kg de núcleo, uso 30Kg/ton/ração. Energia metabólica: 155,287 Kcal; Proteína bruta: 2,062%; cálcio: 24,18%; aminoácidos totais: 2,7126%; lisina total: 0,34%; colina total: 3900Mg; Vitaminas: A-167.000 UI, D<sub>3</sub>- 40.000 UI, E- 1670 mg, K- 83,40 mg, B<sub>1</sub>- 100 Mg, B<sub>2</sub>- 160 mg, B<sub>6</sub>- 160 Mg, ácido pantotênico- 1334 Mg, Niacina- 1600 mg, ácido fólico- 27 mg, biotina- 6670 Mcg. Microminerais(mgKg): Manganês: 2670; Zinco: 2670; Ferro: 2340; Cobre: 270, Iodo: 20; Selênio:17. Antioxidante:BHT (Butil Hidroxi Tolueno). Salinomicina.

Tabela 2. Dieta experimental na fase de crescimento (22 aos 42 dias)

FASE CRESCIMENTO				
Nível de Treonina digestível, %	0,72	0,78	0,84	0,90
INGREDIENTE	Quantidade			
Milho	57,500	57,500	57,500	57,500
Soja farelo 45%	36,000	36,000	36,000	36,000
Núcleo	3,000	3,000	3,000	3,000
Óleo de soja	2,700	2,700	2,700	2,700
Amido	0,3040	0,2390	0,1740	0,1070
Sal comum	0,2860	0,2860	0,2860	
DL-metionina	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
L-treonina	0	0,0650	0,1300	0,1970
Total	100	100	100	100
Proteína Bruta, %	22	22	22	22
Energia Metabolizável (kcal)	3,05	3,05	3,05	3,05
Lisina digestível, %	1,02	1,02	1,02	1,02
Metionina + cistina digestível, %	0,80	0,80	0,80	0,80
Triptofano digestível, %	0,24	0,24	0,24	0,24
Cálcio, %	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo disponível, %	0,32	0,32	0,32	0,32

Núcleo para codornas inicial/crescimento. Enriquecimento por Kg de núcleo, uso 30Kg/ton/ração. Energia metabólica: 155,287 Kcal; Proteína bruta: 2,062%; cálcio: 24,18%; aminoácidos totais: 2,7126%; lisina total: 0,34%; colina total: 3900Mg; Vitaminas: A-167.000 UI, D<sub>3</sub>- 40.000 UI, E- 1670 mg, K- 83,40 mg, B<sub>1</sub>- 100 Mg, B<sub>2</sub>- 160 mg, B<sub>6</sub>- 160 Mg, ácido pantotênico- 1334 Mg, Niacina- 1600 mg, ácido fólico- 27 mg, biotina- 6670 Mcg. Microminerais(mgKg): Manganês: 2670; Zinco: 2670; Ferro: 2340; Cobre: 270, Iodo: 20; Selênio:17. Antioxidante:BHT (Butil Hidroxi Tolueno). Salinomicina.

### 3.5 Variáveis analisadas

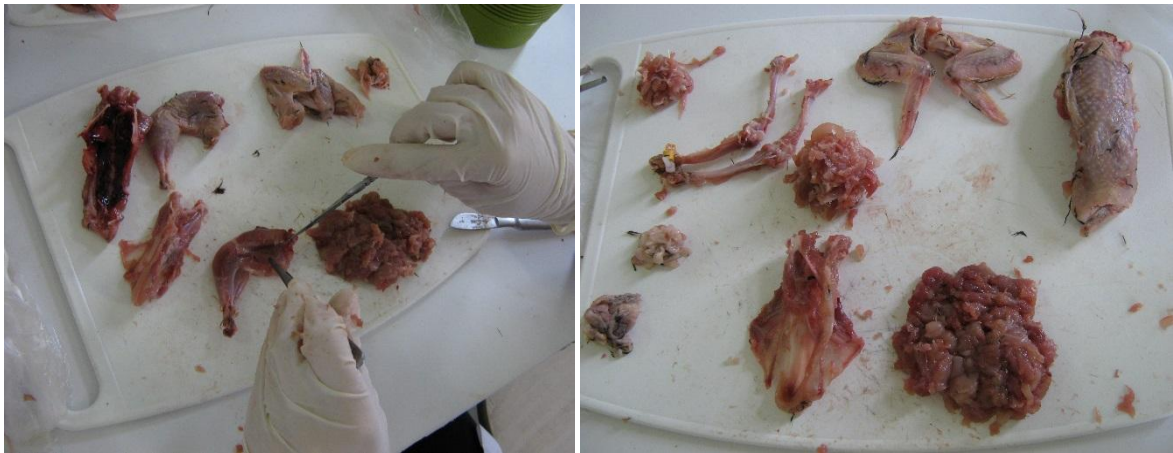
#### 3.5.1 Alometria

Nos dois experimentos (fase inicial e de crescimento) foram analisadas 20 codornas/ tratamento (10 machos e 10 fêmeas), totalizando 80 codornas.

Foi realizado a evisceração das aves para a retirada das vísceras comestíveis (fígado, coração e moela) e das vísceras não comestíveis e realizada a dissecação das carcaças no Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia/UFPel.

Registraram-se peso vivo (peso vivo), peso da carcaça quente com penas (CQP), peso da carcaça quente sem penas (CQSP), peso da carcaça eviscerada

sem patas, cabeça e pescoço (carcaça eviscerada), peso da carcaça fria (carcaça fria), peso da carcaça congelada (carcaça congelada), peso da carcaça descongelada (POSDESC), peso das patas (patas), peso das vísceras comestíveis (coração, fígado e moela) e não comestíveis (intestino, pro-ventrículo). O processamento de dissecação das carcaças (Fig. 3a e 3b) ocorreu após o descongelamento em geladeira por 24 horas, sendo pesados o dorso+osso+pele (dorso), peso das asas+osso+pele (asas), peso do peito desossado (músculo do peito e osso do peito), peso das pernas desossadas (músculo perna e osso perna), peso da pele da carcaça (pele peito e pernas), peso da gordura da carcaça (gordura do peito e pernas) e peso de outros (fáscias, vasos sanguíneos e tecido conjuntivo).



**Figura 3a.** Dissecação das carcaças. **Figura 3b.** Dissecação das carcaças.

### 3.5.2 Biometria intestinal

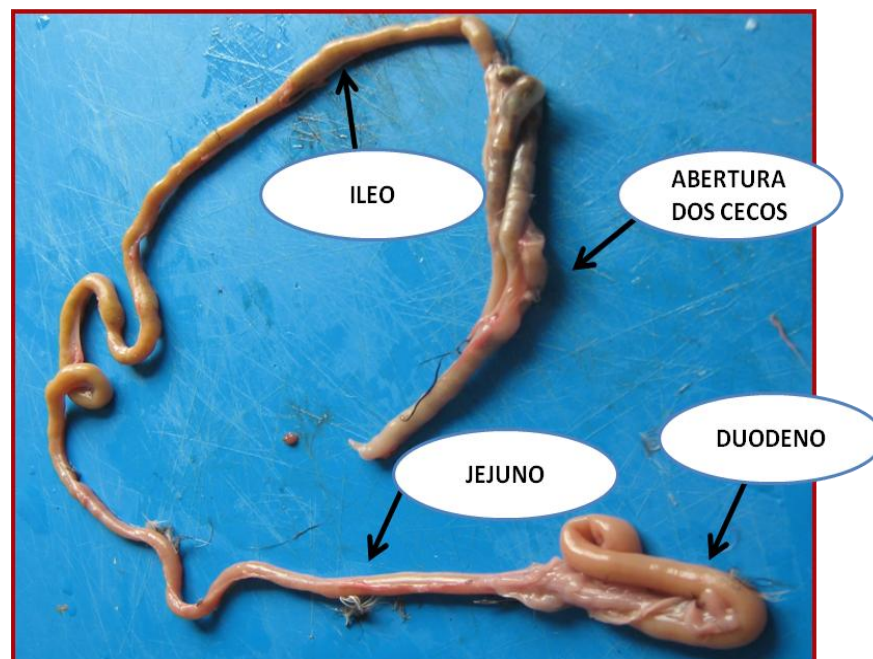
Em ambos os experimentos foram analisadas 20 aves/ tratamento (10 machos e 10 fêmeas), totalizando 80 codornas.

Foi realizada a análise biométrica do intestino de codornas de corte abatidas na fase inicial (7-21 dias) e na fase de crescimento (22 a 42 dias) suplementadas com diferentes níveis de treonina na dieta.

Realizou-se a medição (Fig. 4a e 4b) através de régua métrica dos comprimentos do intestino delgado e intestino total (intestino delgado mais intestino grosso), sendo realizada a pesagem destas partes.

Para a medição do intestino delgado foi realizada a aferição do duodeno, onde se fez a abertura do pâncreas, dispondo o duodeno longitudinalmente, já que ele é disposto em forma de “U” até a porção final do íleo que é delimitado pela abertura dos cecos. A partir da abertura dos cecos está o intestino grosso.

Para a medição do comprimento total aferiu-se a partir do duodeno até o final da cloaca. Para a pesagem do intestino delgado, separou-se essa parte do intestino grosso a partir da abertura dos cecos e pesou-se separadamente, sendo considerado para a pesagem total todo o intestino delgado mais a porção do intestino grosso.



**Figura 4.** Intestino de codorna de corte

### 3.5.3 Morfometria intestinal

Foram analisadas 10 codornas por tratamento, totalizando 40 animais. Foram realizadas 3 repetições por amostra obtendo-se um total de 120 amostras nas fases inicial e de crescimento. Foi realizado o corte de 3cm das diferentes partes do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo).

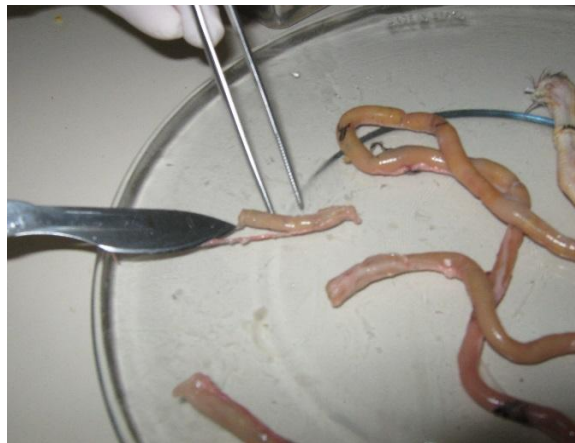
Cada fragmento (Fig. 4 e 5) coletado foi mantido em solução de formol tamponado a 10% para sua fixação por 48 horas. Após a fixação, as peças foram desidratadas em bateria de álcool etílico em concentrações crescentes (70, 80, 90 e absoluto), seguida de diafanização com Xilol e inclusão em parafina. Após a



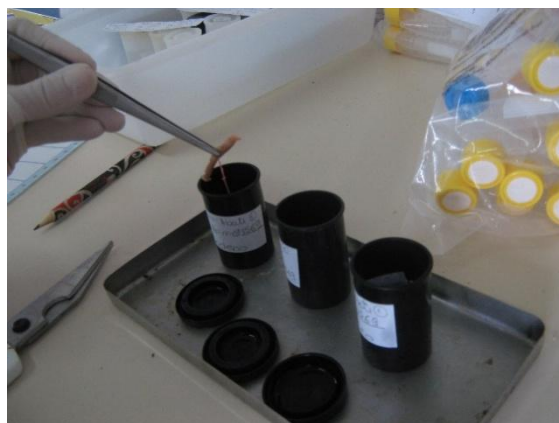
microtomia, foram obtidos cinco cortes transversais e semisseriados de 5  $\mu\text{m}$  de espessura. Os cortes foram corados com HE (hematoxilina e eosina) e ao final os espécimes foram montados entre lâmina e lamínula com resina Entellan® (Merk).

A análise histológica foi realizada em microscopia ótica, utilizando microscópio marca Nikon Eclipse E200 (sistema de captura), através do programa Image Pro-Plus 4.5 (IPP4.5).

Foram coletados dados de morfometria das vilosidades das três porções do intestino delgado (duodeno, jejuno e ileo), onde foi realizada as medições da área do vilo (Fig.6), altura do vilo (Fig.7) e profundidade da glândula/cripta (Fig.8) Foram realizadas 10 medições/amostra da área das vilosidades e profundidade da cripta através do programa IPP 4.5.

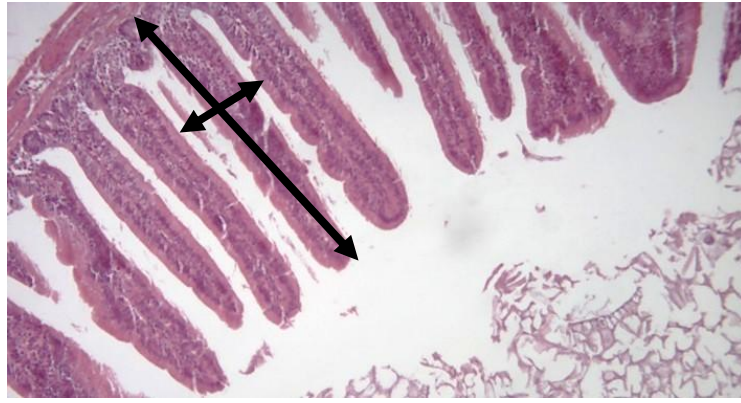


**Figura 5.** Corte de fragmento do intestino delgado



**Figura 6.** Fragmento intestinal em solução de formol 10%

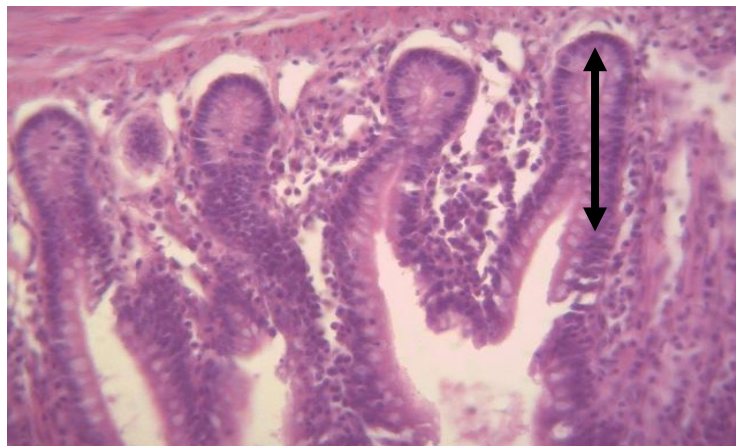




**Figura 7.** Medida da área da vilosidade duodenal em codornas de corte aos 21 dias de idade, obj.10x



**Figura 8.** Medida da altura da vilosidade ileal em codornas de corte aos 21 dias de idade, obj.10x



**Figura 9.** Medida da profundidade da cripta Jejunal em codornas de corte aos 21 dias de idade, obj 40x

### 3.6 Análise Estatística

Para a alometria foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial: quatro níveis nutricionais x dois sexos (4x2), com 10 repetições.

A equação alométrica utilizada foi a proposta por Huxley (1932), e é definida como  $y = a X^b$ . O modelo exponencial foi transformado por meio de logaritmos neperianos em um modelo linear,  $\ln y = \ln a + b \ln X$ , possibilitando a obtenção de uma regressão.

A variável “y” representa a fração cujo desenvolvimento é investigado; “X” é o todo que serve como referência; “a” é denominado coeficiente fracional e representa o valor de y quando  $X = 1$ , não apresentando significado biológico; e “b” é denominado coeficiente de alometria, que é a velocidade relativa de crescimento de “y” em relação a “X”.

Sendo assim para os resultados obtidos foi considerado que para  $b=1$  o crescimento foi isogônico, indicando taxas de crescimento semelhantes entre X e y, ou seja, o crescimento do corte ou a deposição de tecido tem o crescimento semelhante quando comparado ao peso de carcaça fria; e se  $b \neq 1$  o crescimento foi considerado heterogônico, sendo que para  $b > 1$  o desenvolvimento foi considerado tardio e  $b < 1$  foi precoce.

Quando o crescimento for tardio, quer dizer que o corte ou a deposição de tecido é de crescimento lento em relação ao peso da carcaça fria, já quando o crescimento for precoce, o crescimento do corte ou do tecido possui um crescimento acelerado em comparação com o crescimento da carcaça como um todo, levando em consideração o peso da carcaça fria.

Para a biometria e morfometria intestinal foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, sendo utilizados quatro níveis nutricionais x dois sexos (4x2), com 10 repetições para a biometria e quatro níveis nutricionais x três partes do intestino (4x3) com 5 repetições para a morfometria intestinal.

As análises para observação dos efeitos significativos de tratamento, segmentos do intestino e da interação tratamento\*segmento do intestino, foram realizadas por meio do “proc mixed” do SAS (2008). Quando da ocorrência da interação significativa as médias ajustadas foram regredidas para cada segmento,

obtendo-se os pontos de máximo ou mínimo nível quando as regressões foram quadráticas. Quando as interações não foram significativas e o efeito do tratamento apresentou-se significativo as regressões foram aplicadas para as médias ajustadas e obtidas para ambos os segmentos.

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Estudo da alometria

Nos resultados apresentados nas Tab. 3 e 4 foi evidenciado diferença significativa no desenvolvimento alométrico para as características estudadas nas fases inicial e de crescimento, para ambos os sexos e nos diferentes níveis de inclusão de treonina digestível na dieta.

Na inclusão aos 21 dias de 0,98% de treonina digestível na dieta foi obtido efeito para o desenvolvimento corporal em codornas machos: o peito ( $p < 0,05$ ), fígado ( $p < 0,05$ ), intestino ( $p < 0,05$ ), PCP (pés, cabeça e pescoço) ( $p < 0,01$ ), com valores de  $b$  respectivamente: 1,3976; -0,1889; -0,156; 0,5126, já para fêmeas foi obtido efeito somente para PCP ( $p < 0,05$ ) com valor de  $b = 0,4515$ .

O desenvolvimento do peito foi tardio para machos, assim como PCP para machos e fêmeas. Já o fígado e intestino foram de crescimento precoce para os machos.

Na inclusão de 1,04% de treonina na dieta foi obtido efeito para a asa ( $p < 0,05$ ) com crescimento precoce e moela ( $p < 0,05$ ) com crescimento tardio, ambos resultados para fêmeas, com valores de  $b$  respectivamente: -0,1145; 0,243 já para machos foi encontrado efeito apenas para o fígado ( $p < 0,05$ ), sendo este de crescimento precoce ( $b = -0,5844$ ).

Na inclusão de 1,1% de treonina na dieta, foi obtido efeito para o dorso ( $p < 0,05$ ) e pró-ventrículo ( $p < 0,01$ ), sendo o dorso de desenvolvimento tardio ( $b = 2,1367$ ) e o pró-ventrículo de desenvolvimento precoce ( $b = -0,9242$ ), dados esses para fêmeas; para os machos foi encontrado efeito para o fígado ( $p < 0,05$ ) com desenvolvimento precoce ( $b = -1,2048$ ).

Na inclusão de 1,16% de treonina na dieta foi encontrado efeito para fígado ( $p < 0,05$ ), moela ( $p < 0,05$ ), intestino ( $p < 0,01$ ) e PCP ( $p < 0,01$ ). Sendo fígado, moela e PCP de crescimento tardio com valores de  $b$  respectivamente: 0,6132; 0,5528; 0,5218; e intestino de crescimento precoce ( $b = -0,2423$ ); dados esses para machos. Já para fêmeas somente obteve-se efeito para intestino ( $p < 0,05$ ), sendo este de crescimento precoce ( $b = -0,4562$ ).

Tabela 3. Dados alométricos para codornas de corte machos e fêmeas alimentadas com níveis de treonina digestível e abatidas aos 21 dias de idade

<b>0,98% de treonina</b>				
Corte/tecido	Macho		Fêmea	
	b	P	b	P
Peito	Heterogônico positivo	**		
Figado	Heterogônico positivo	*		
Intestino	Heterogônico negativo	*		
PCP	Heterogônico positivo	**	Heterogônico positivo	*
<b>1,04% de treonina</b>				
Asa			Heterogônico negativo	*
Figado	Heterogônico negativo	*		
Moela			Heterogônico positivo	*
<b>1,1% de treonina</b>				
Dorso			Heterogônico positivo	*
Figado	Heterogônico negativo	*		
Pro-ventriculo			Heterogônico negativo	**
<b>1,16% de treonina</b>				
Fígado	Heterogônico positivo	*		
Moela	Heterogônico positivo	*		
Intestino	Heterogônico negativo	**	Heterogônico negativo	*
PCP	Heterogônico positivo	**		

\* p<0,05, \*\* p<0,01

\*\*PCP (pés, cabeça e pescoço)

\*\*\*Heterogônico positivo (b<1); Heterogônico negativo (b>1)

Para a fase de crescimento (Tab. 4) com a inclusão de 0,72% de treonina na dieta, foi obtido efeito para peito ( $p < 0,05$ ) e sangue ( $p < 0,05$ ), sendo ambos de desenvolvimento tardio ( $b = 2,1$ ; e  $5,43$  respectivamente) em codornas machos; para fêmeas foi encontrado efeito para peito ( $p < 0,05$ ), intestino ( $p < 0,05$ ) e sistema reprodutivo ( $p < 0,05$ ), todos com desenvolvimento tardio ( $b = 0,594$ ;  $0,32$ ; e  $4,52$  respectivamente).

Na inclusão de 0,78% de treonina na dieta, foi obtido efeito para PCP ( $p < 0,01$ ) com crescimento tardio ( $b = 0,03$ ) para machos; já para fêmeas foi obtido efeito para outros ( $p < 0,05$ ), PCP ( $p < 0,05$ ) e moela ( $p < 0,01$ ), sendo todos de crescimento tardio ( $b = 2,18$ ;  $0,23$  e  $0,28$  respectivamente).

Na inclusão de 0,84% de treonina na dieta, foi encontrado para fêmeas efeito para dorso ( $p < 0,05$ ), sistema reprodutivo ( $p < 0,05$ ), fígado ( $p < 0,01$ ) e intestino ( $p < 0,01$ ), todos com desenvolvimento tardio ( $b = 0,1573$ ;  $2,10$ ;  $0,72$  e  $3,23$  respectivamente) já para machos obteve-se efeito para sangue ( $p < 0,01$ ) com desenvolvimento tardio ( $b = 13,77$ ).

Na inclusão de 0,90% de treonina na dieta para fêmeas foi obtido efeito para coração ( $p = 0,05$ ), moela ( $p = 0,03$ ), intestino ( $p < 0,05$ ), PCP ( $p < 0,05$ ) e penas ( $p < 0,05$ ), todos com crescimento tardio ( $b = 0,98$ ;  $0,31$ ;  $0,71$  e  $3,39$ ), com exceção do coração que obteve desenvolvimento isogônico ( $b = 1$ ), ou seja, esse tipo de desenvolvimento indica que as taxas de desenvolvimento das partes em relação ao todo, no caso o peso de carcaça fria foram semelhantes no intervalo de crescimento considerado.

Para machos foi encontrado efeito para osso da perna ( $p < 0,01$ ) e PCP ( $p < 0,01$ ), ambos com crescimento tardio ( $b = 2,42$  e  $0,40$  respectivamente).

Levando-se em importância os cortes comerciais, o experimento na fase inicial em codornas machos alimentadas com o nível de treonina digestível a 0,98% obtiveram efeito para o crescimento do peito, sendo este de crescimento tardio.

Tabela 4. Dados alométricos para codornas de corte machos e fêmeas alimentadas com níveis de treonina digestível e abatidas aos 42 dias de idade

<b>0,72% de treonina</b>				
Corte/tecido	Macho		Fêmea	
	b	p	b	p
Peito	Heterogônico positivo	*	Heterogônico positivo	*
Intestino			Heterogônico positivo	*
Sangue	Heterogônico positivo	*		
Sistema reprodutivo			Heterogônico positivo	*
<b>0,78% de treonina</b>				
Outros			Heterogônico positivo	*
Moela			Heterogônico positivo	**
PCP	Heterogônico positivo	**	Heterogônico positivo	*
<b>0,84% de treonina</b>				
Dorso			Heterogônico positivo	*
Fígado			Heterogônico positivo	**
Intestino			Heterogônico positivo	**
Sangue	Heterogônico positivo	**		
Sistema reprodutivo			Heterogônico positivo	*
<b>0,90% de treonina</b>				
Osso perna	Heterogônico positivo	**		
Coração			Isogônico	*
Moela			Heterogônico positivo	*
Intestino			Heterogônico positivo	*
PCP	Heterogônico positivo	**	Heterogônico positivo	*
Penas			Heterogônico positivo	*

\* p&lt;0,05, \*\* p&lt;0,01

\*\*PCP (pés, cabeça e pescoço)

\*\*\*Heterogônico positivo (b&lt;1); Heterogônico negativo (b&gt;1), Isogônico (b=1)

A composição da carcaça pode ser expressa em termos de dissecação física dos tecidos, pela análise química dos seus constituintes ou por meio de equações baseadas em algumas mensurações da carcaça, ou seja, indicadores que possam prever a proporção de carne comercial (FERREIRA, 1997).

Os tecidos caracterizam-se, pela dissecação física da carcaça, em muscular, ósseo e adiposo, sendo o tecido muscular o mais importante, por apresentar valor comercial.

Os músculos, inicialmente, e depois o tecido adiposo exercem grande influência na composição da carcaça, enquanto os ossos, em nenhum estágio, têm papel dominante na determinação das quantidades relativas dos três tecidos. O tecido ósseo apresenta maior impulso de crescimento em menor idade, enquanto o tecido adiposo tem crescimento em idade mais avançada e o tecido muscular, em idade intermediária (BERG et al., 1978; MÜLLER e PRIMO, 1986).

Em estudo de Govaerts et al (2000) com frangos de corte machos, o crescimento de peito foi considerado tardio ( $b > 1$ ), dado semelhante ao encontrado no presente trabalho, onde codornas machos e fêmeas apresentaram o mesmo tipo de desenvolvimento. Também no trabalho de Govaerts et AL (2000) a asa foi considerada de crescimento tardio ( $b > 1$ ), resultado que foi de encontro ao presente estudo, onde a asa foi de desenvolvimento precoce ( $b < 1$ ) em fêmeas na inclusão de 1,04% de treonina digestível na dieta.

Em pesquisa de Reis, et al (2012) com codornas de corte machos e fêmeas abatidas em diferentes idades, houve efeito no desenvolvimento alométrico para o desenvolvimento do osso do peito ( $p = 0,05$ ) e da asa ( $p = 0,02$ ) para os machos na idade de 35 dias, os quais apresentaram desenvolvimentos precoces ( $b < 1$ ) dado semelhante encontrado no presente estudo, onde a asa em codornas fêmeas aos 21 dias de idade obteve crescimento precoce ( $b < 1$ ).

Ainda no estudo de Reis, et al (2012), houve efeito para gordura nos machos aos 56 dias ( $p = 0,03$ ) sendo o desenvolvimento considerado tardio ( $b > 1$ ), o presente estudo não apresentou efeito para a gordura das aves.

Em estudo de Winkelstroter, et al (2014), estudando frangos de corte com diferentes níveis de aminoácidos na dieta, foi encontrado para os machos crescimento mais tardio do que as fêmeas para os cortes avaliados, fato esse evidenciado por maiores quantidades de cortes com crescimento isogônico em



machos, enquanto nas fêmeas, a maioria dos valores encontrados foram heterogênicos negativos ( $b < 1$ ), dado não observado no presente estudo.

Em pesquisa de Pophal (2004) com a inclusão de lisina na dieta de frangos de corte na primeira semana de vida foram obtidos resultados de alometria para trato digestório com desenvolvimento precoce e para peito, e asa, todos de maturidade tardia ( $b > 1$ ), para a gordura abdominal também se obteve um crescimento tardio ( $b > 1$ ). No presente estudo as aves com 21 dias de idade (fase inicial) apresentaram para trato digestório crescimento precoce ( $b < 1$ ), para peito houve crescimento tardio ( $b > 1$ ), porém para a asa o desenvolvimento foi precoce ( $b < 1$ ).

Os dados de alometria para carcaça em frangos de corte e especialmente codornas de corte são escassos, os trabalhos que se tem mais acesso são os relacionados com o estudo das vísceras desses animais.

No presente estudo foram obtidos aos 42 dias efeito para peito em machos e fêmeas com a inclusão de 0,72% de treonina digestível na dieta, sendo ambos de crescimento tardio. O crescimento tardio do tecido significa que seu crescimento em relação a carcaça fria é lento.

Tabela 3a. Dados alométricos na carcaça de codornas de corte aos 21 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível

	<b>Nível de treonina 98%</b>					
	Macho			Fêmea		
	b	R <sup>2</sup>	p	b	R <sup>2</sup>	p
Peito	1.3976	0.9	**	1.3406	0.69	NS
Ossopeito	0.9938	0.17	NS	2.4414	0.56	NS
Perna	1.2049	0.66	NS	0.414	0.08	NS
Ossoperna	0.6774	0.08	NS	1.6469	0.35	NS
Dorso	0.906	0.59	NS	0.7181	0.19	NS
Asa	0.4536	0.09	NS	0.7023	0.2	NS
Pele	1.1612	0.22	NS	1.4594	0.17	NS
Gordura	1.69	0.06	NS	-1.788	0.17	NS
Outros	-0.6864	0.03	NS	1.2042	0.07	NS
Coração	0.5099	0.19	NS	0.8925	0.34	NS
Fígado	-0.1889	0.03	*	0.4331	0.1	NS
Moela	0.991	0.43	NS	0.5707	0.21	NS
Intestino	-0.156	0.01	*	0.5458	0.09	NS
Proventrículo	0.5738	0.28	NS	0.0368	0	NS
PCP	0.5126	0.76	**	0.4515	0.31	*

Nível de treonina 1,04%						
	Macho			Fêmea		
	b	R <sup>2</sup>	p	b	R <sup>2</sup>	p
Peito	0.9336	0.58	NS	1.1413	0.35	NS
Ossopeito	1.2874	0.14	NS	0.7032	0.07	NS
Perna	0.9213	0.26	NS	1.3516	0.5	NS
Ossoperna	3.2494	0.46	NS	-0.126	0	NS
Dorso	0.9944	0.47	NS	1.2899	0.48	NS
Asa	1.0505	0.29	NS	-0.1145	0.01	*
Pele	1.7551	0.23	NS	0.0915	0	NS
Gordura	1.9012	0.09	NS	-3.6803	0.12	NS
Outros	1.7324	0.07	NS	-0.5405	0.01	NS
Coração	0.9459	0.47	NS	0.7789	0.23	NS
Fígado	-0.5844	0.14	*	-0.413	0.03	NS
Moela	0.8892	0.31	NS	0.243	0.07	*
Intestino	-0.0472	0	NS	-0.0053	0	NS
Proventrículo	1.1274	0.3	NS	1.4196	0.27	NS
PCP	0.5932	0.42	NS	0.6543	0.34	NS

Nível de treonina 1.10%						
	Macho			Fêmea		
	b	R <sup>2</sup>	p	b	R <sup>2</sup>	p
Ossopeito	1.2107	0.14	NS	0.4103	0.01	NS
Perna	0.232	0.03	NS	1.4778	0.43	NS
Ossoperna	0.48	0	NS	1.4451	0.17	NS
Dorso	1.7347	0.54	NS	2.1367	0.74	*
Asa	1.7726	0.64	NS	1.4762	0.57	NS
Pele	-1.0406	0.11	NS	0.2875	0.01	NS
Gordura	4.0492	0.49	NS	-7.6388	0.31	NS
Outros	1.3109	0.02	NS	-2.4512	0.07	NS
Coração	0.5275	0.11	NS	0.5094	0.12	NS
Fígado	-1.2048	0.18	*	-0.0954	0	NS
Moela	1.1702	0.41	NS	0.6982	0.26	NS
Intestino	-0.087	0	NS	1.7887	0.53	**
Proventrículo	0.105	0	NS	-0.9242	0.39	NS
PCP	0.6569	0.3	NS	0.6677	0.44	NS

Nível de treonina 1.16%						
	Macho			Fêmea		
	b	R <sup>2</sup>	p	b	R <sup>2</sup>	p
Peito	1.2372	0.8	NS	0.9968	0.72	NS
Ossopeito	0.9469	0.19	NS	0.6074	0.07	NS
Perna	1.0699	0.7	NS	0.3885	0.14	NS
Ossoperna	0.4617	0.08	NS	1.0138	0.17	NS
Dorso	1.1619	0.57	NS	1.2614	0.47	NS
Asa	0.5282	0.25	NS	0.5529	0.08	NS
Pele	1.6166	0.49	NS	0.9267	0.08	NS

Gordura	1.4857	0.07	NS	-5.4281	0.34	NS
Outros	0.3173	0.04	NS	2.4969	0.22	NS
Coração	1.3442	0.81	NS	0.9285	0.24	NS
Fígado	0.6132	0.65	*	1.1702	0.15	NS
Moela	0.5528	0.63	*	0.257	0.03	NS
Intestino	-0.2423	0.06	**	-0.4562	0.07	*
Proventrículo	1.3133	0.72	NS	0.5832	0.18	NS
PCP	0.5218	0.81	**	0.8287	0.49	NS

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$

Tabela 4a. Dados alométricos na carcaça de codornas de corte aos 42 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível

	<b>Nível de treonina 0.72%</b>					
	Macho			Fêmea		
	b	R <sup>2</sup>	p	b	R <sup>2</sup>	p
Peito	2,1	0,73	*	0,594	0,37	*
Ossopeito	1,28	0,05	NS	1,47	0,11	NS
Perna	0,67	0,08	NS	0,62	0,16	NS
Ossoperna	2,58	0,59	NS	0,96	0,19	NS
Dorso	-0,2904	0,02	NS	0,8068	0,17	NS
Asa	1,47	0,26	NS	0,79	0,52	NS
Pele	-0,7391	0,03	NS	1,74	0,42	NS
Gordura	6,60	0,50	NS	4,82	0,43	NS
Outros	-0,66	0,01	NS	-2,42	0,05	NS
Coração	1,52	0,11	NS	3,02	0,45	NS
Fígado	1,29	0,12	NS	1,12	0,12	NS
Moela	0,77	0,06	NS	0,32	0,03	NS
Intestino	0,99	0,20	NS	-0,32	0,04	*
Sangue	-5,43	0,36	*	-0,85	0,08	NS
Pcp	0,06	0	NS	0,50	0,12	NS
Penas	1,01	0,14	NS	-0,16	0,01	NS
Sistema reprodutivo	-1,44	0,04	NS	-4,52	0,34	*

	<b>Nível de treonina 0.78%</b>					
	Macho			Fêmea		
	b	R <sup>2</sup>	p	b	R <sup>2</sup>	p
Ossopeito	0,20	0,005	NS	2,16	0,29	NS
Perna	0,38	0,06	NS	1,56	0,73	NS
Ossoperna	1,24	0,14	NS	0,78	0,29	NS
Dorso	0,6686	0,14	NS	1,16	0,32	NS
Asa	1,34	0,24	NS	0,68	0,45	NS
Pele	1,75	0,18	NS	0,5783	0,03	NS
Gordura	-13,109	0,38	NS	-4	0,25	NS
Outros	0,2130	0	NS	-2,18	0,26	*
Coração	0,62	0,04	NS	-0,04	0,0	NS
Fígado	0,44	0,02	NS	-1,50	0,14	NS

Moela	-1,05	0,07	NS	-0,23	0,04	**
Intestino	0,51	0,03	NS	-0,14	0	NS
Sangue	-2,59	0,16	NS	0,51	0,03	NS
PCP	-0,03	0,830	**	-0,28	0,04	*
Penas	-0,24	0,01	NS	0,12	0,0	NS
Sistema reprodutivo	-0,75	0,08	NS	-0,96	0,01	NS

**Nível de treonina 0.84%**

	Macho			Fêmea		
	b	R <sup>2</sup>	p	b	R <sup>2</sup>	p
Ossopeito	0,24	0,02	NS	1,47	0,43	NS
Perna	0,64	0,17	NS	0,53	0,29	NS
Ossoperna	1,47	0,48	NS	0,79	0,31	NS
Dorso	1,10	0,47	NS	-0,1573	0,02	*
Asa	1,55	0,58	NS	2,009	0,67	NS
Pele	-0,5	0,03	NS	0,7569	0,13	NS
Gordura	0,7868	0,02	NS	4,08	0,35	NS
Outros	-0,60	0,01	NS	-1,83	0,20	NS
Coração	-0,42	0,03	NS	0,40	0,01	NS
Fígado	1,41	0,64	NS	-2,10	0,50	**
Moela	1,28	0,49	NS	0,27	0,03	NS
Intestino	0,69	0,05	NS	-0,72	0,16	NS
Sangue	-13,77	0,83	**	0,21	0,01	NS
PCP	0,63	0,22	NS	0,00	0,37	**
Penas	0,44	0,055	NS	-1,46	0,11	NS
Sistema reprodutivo	0,04	0,0	NS	-3,23	0,37	*

**Nível de treonina 0.90%**

	Macho			Fêmea		
	b	R <sup>2</sup>	p	b	R <sup>2</sup>	p
Ossopeito	1,98	0,57	NS	1,74	0,22	NS
Perna	0,59	0,21	NS	1,36	0,26	NS
Ossoperna	2,42	0,79	**	0,74	0,20	NS
Dorso	0,7842	0,17	NS	0,3604	0,07	NS
Asa	1,45	0,61	NS	0,17	0,01	NS
Pele	1,45	0,33	NS	1,08	0,18	NS
Gordura	2,44	0,18	NS	3,91	0,24	NS
Outros	0,92	0,94	NS	-2,26	0,06	NS
Coração	-0,06	0,0	NS	-1	0,14	*
Fígado	0,30	0,01	NS	-0,54	0,05	NS
Moela	0,83	0,18	NS	-0,98	0,16	*
Intestino	0,71	0,14	NS	-0,31	0,04	*
Sangue	-3,84	0,17	NS	1,01	0,14	NS
PCP	0,40	0,51	**	-0,71	0,13	*
Penas	-0,22	0,01	NS	-3,39	0,39	*
Sistema reprodutivo	-0,36	0,04	NS	-3,37	0,23	NS

\*p<0,05, \*\* p<0,01

#### 4.2 Estudo da biometria intestinal

O peso do intestino total das codornas de corte aos 21 dias é apresentado na Tabela 5. Foi observado efeito ( $p < 0,05$ ) para a interação níveis de treonina digestível na dieta e sexo da ave, onde nos machos os maiores pesos intestinais foram observados com o nível máximo de 1,04% e nas fêmeas foi observado um menor peso intestinal com o nível mínimo de 1,07% de treonina digestível na dieta (Fig. 10). Já para peso do intestino delgado (Tab. 5) os dados não obtiveram efeito ( $p > 0,05$ ), o mesmo ocorrendo para comprimento do intestino total (Tab. 12).

O comprimento do intestino delgado das codornas de corte aos 21 dias de idade é apresentado na Tabela 13.. Observou-se interação ( $p < 0,01$ ) entre níveis de treonina digestível na dieta e sexo, sendo que para os machos, o nível máximo de 1,07% e para as fêmeas (Fig. 11) o nível mínimo da 1,02% de treonina digestível na dieta.

Tabela 5. Peso do intestino total e intestino delgado em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

Treonina (%)	0.98	1.04	1.1	1.16	Nível máx	Nível mín
Sexo	Peso do intestino total (g)					
Macho	7,34	7,16	7,60	6,23	1,04	
Fêmea	7,65	6,53	7,00	7,55		1,07
Efeito	P					
Tratamento	NS					
Sexo	NS					
Trat*sexo	*					
	Peso do intestino delgado (g)					
Sexo						
Macho	5,31					
Fêmea	5,21					
Tratamento (treonina %)						
0,98	5,64					
1,04	5,10					
1,1	5,20					
1,16	5,09					
Efeito	P					
Tratamento	NS					
Sexo	NS					
Trat*sexo	NS					

\* p<0,05, \*\* p<0,01

Tabela 6. Comprimento do intestino total e intestino delgado em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

Comprimento do intestino total (cm)						
Sexo						
Macho	65,14					
Fêmea	67,89					
Tratamento						
0,98	65,17					
1,04	64,80					
1,1	67,87					
1,16	68,20					
Efeito	p					
Tratamento	NS					
Sexo	NS					
Trat*sexo	NS					
Treonina (%)	0,98	1,04	1,1	1,16	Nível máx	Nível mín
Sexo						
Comprimento do intestino delgado (g)						
Macho	54,55	50,8	58,3	52,05	1,07	
Fêmea	54,25	54,3	54,9	58,9		1,02
Efeito	p					
Tratamento	NS					
Sexo	NS					
Trat*sexo	**					

\* p<0,05, \*\* p<0,01

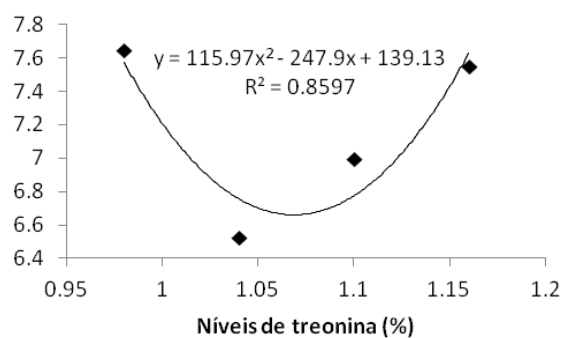


Figura 10. Peso do intestino total em codornas de corte fêmea aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

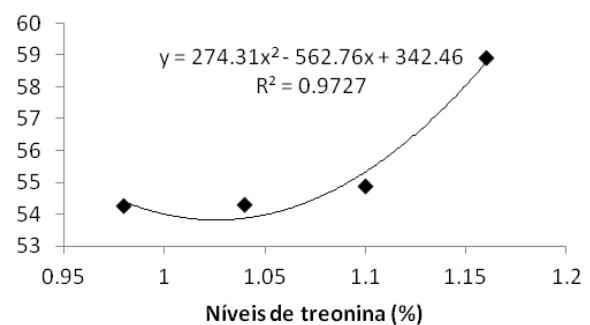


Figura 11. Comprimento do intestino delgado em codornas de corte fêmea aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

No presente estudo foi encontrado aos 21 dias de idade interação para o peso do intestino total, sendo encontrado para os machos um nível máximo de inclusão de treonina na dieta de 1,04% e para as fêmeas um nível mínimo de 1,07%, para a variável comprimento do intestino delgado foi obtido interação, encontrando-se para os machos o nível de máxima inclusão de treonina digestível na dieta de 1,07% e para as fêmeas um nível mínimo de 1,02%.

Para o peso do intestino total em codornas de corte aos 42 dias de idade, obteve-se efeito ( $p < 0,01$ ) (Tab. 7) apenas para o sexo, onde as fêmeas apresentaram maior peso de intestino total (12,36g) que os machos (8,04g) na mesma idade. O mesmo ocorreu para o peso do intestino delgado (Tab. 7), no qual as fêmeas apresentaram maior peso (8,82g) do que os machos (5,52g), com efeito ( $p < 0,01$ ).

Tabela 7. Peso do intestino total e peso do intestino delgado em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

Peso do intestino total (g)	
Sexo	
Macho	8,04
Fêmea	12,36
Efeito	P
Trat	0,09
Sexo	**
Trat*sexo	0,10
Peso do intestino delgado (g)	
Sexo	
Macho	5,52
Fêmea	8,88
Efeito	P
Trat	0,76
Sexo	**
Trat*sexo	0,65

\*\*  $p < 0,01$

Para o comprimento do intestino total (Tab. 8) dos animais aos 42 dias de idade, obteve-se efeito ( $p < 0,01$ ) para sexo, onde as fêmeas apresentaram maior comprimento do intestino total (77,02 cm) em relação aos machos (66,85 cm).

Para o comprimento do intestino delgado aos 42 dias (Tab. 8) obteve-se efeito ( $p < 0,01$ ) para sexo e efeito ( $p < 0,05$ ) para os níveis de treonina digestível na dieta.



As fêmeas apresentaram maior comprimento de intestino delgado (63,28 cm) que os machos (56 cm). Sendo o melhor nível de inclusão de treonina na dieta o valor de 0,78%, onde se obteve o maior comprimento de intestino delgado (62,33 cm).

Tabela 8. Comprimento do intestino total e intestino delgado em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

Comprimento do intestino total (cm)	
Sexo	
Macho	66,85
Fêmea	77,02
Efeito	P
Trat	0,08
Sexo	**
Trat*sexo	0,72
Comprimento do intestino delgado (cm)	
Sexo	
Macho	56,00
Fêmea	63,28
Tratamento (%)	
0,72	57,32
0,78	62,33
0,84	57,10
0,90	61,60
Efeito	P
Trat	*
Sexo	**
Trat*sexo	0,99

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$

Em estudo de Ton et al (2013) não foi obtido efeito ( $p < 0,05$ ) para o comprimento do intestino delgado em codornas de corte aos 14 e 35 dias alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível na dieta.

Em trabalho de Reis et al. (2012), onde foi avaliado diferentes níveis de treonina (0,72, 0,78, 0,84 e 0,90%) na dieta em codornas de corte machos em diversas idades (49, 56, 63 e 70 dias), somente foi obtido efeito ( $p = 0,0016$ ) de idade para o peso total do intestino (intestino delgado e intestino grosso), onde o peso aos 49 dias foi significativamente maior do que o peso nas outras idades, embora não havendo efeito significativo, houve aumento nas variáveis conforme se aumentaram os níveis de treonina digestível na dieta, até o nível de 0,84%, em seguida,

diminuindo o valor respectivo, exceção do comprimento do intestino delgado que se manteve com igual valor nos níveis entre 0,72% e 0,78%.

No presente estudo da biometria intestinal aos 42 dias obteve-se efeito apenas para o sexo na variável peso do intestino total e peso do intestino total, sendo as fêmeas com maior peso nas duas variáveis. Também para comprimento do intestino total houve efeito para o sexo, apresentando as fêmeas maior comprimento intestinal, igualmente para a variável comprimento do intestino delgado as fêmeas apresentaram maior comprimento, sendo que com a inclusão de 0,78% de treonina digestível na dieta obteve-se o maior comprimento de intestino delgado.

#### 4.3 Estudo da morfometria intestinal

O estudo da área das vilosidades intestinais mostrou interação ( $p < 0,01$ ) entre a inclusão de treonina digestível na dieta e porção do intestino estudada em codornas de corte aos 21 dias de idade (Tab. 9). Foram obtidos ajustamentos quadráticos para o duodeno (Fig.12) sendo obtido uma maior área das vilosidades desta porção intestinal com a inclusão de 1,13% de treonina digestível na dieta. Para o jejuno, foi obtido um nível máximo de 1,16%; e para o íleo obteve-se a função quadrática.

Na análise dos animais aos 42 dias (Tab. 9), maiores áreas de vilosidades no duodeno (Fig. 13), jejuno e íleo (Fig. 14) foram observadas com os nível máximo de 0,82; 0,78e 0,78% de treonina respectivamente.

Kisielinski et al. (2002) verificaram que a altura dos vilos é diretamente proporcional a área de absorção, portanto uma importante variável a ser analisada.

O trato digestório possui uma flora microbiana em equilíbrio que atua como barreira defensiva, aderindo às paredes intestinais e impedindo assim a fixação dos patógenos, pois um desequilíbrio causado por estresse produtivo, mudanças nos padrões alimentares, criam um ambiente favorável à fixação de microrganismos patogênicos que podem provocar modificações estruturais, como o encurtamento das vilosidades (CHIQUIERI et al., 2007).

Tabela 9 . Área das vilosidades intestinais em codornas de corte aos 21 e 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

Níveis de Treonina digestível (%) aos 21 dias					
Porção do intestino ( $\mu m$ )	0.98	1.04	1.10	1.16	Nível Máx
Duodeno	129833	189594	200976	207763	1,13
Jejuno	35421	50143	55482	59444	1,16
Íleo	39223	41948	38977	38380	1,05
Efeitos					
Treonina (T)	**	**	**	**	
Porção do intestino (P)	**	**	**	**	
TxP	**	**	**	**	
Níveis de Treonina digestível (%) aos 42 dias					
Porção do intestino ( $\mu m$ )	0.72	0.78	0.84	0.90	Nível Máx
Duodeno	182500	206104	228291	194113	0,82
Jejuno	74207	72881	75197	66498	0,78
Íleo	60414	70142	56393	46086	0,78
Efeitos					
Treonina (T)	**	**	**	**	
Porção do intestino (P)	**	**	**	**	
TxP	**	**	**	**	

\*  $p < 0,05$  , \*\*  $p < 0,01$

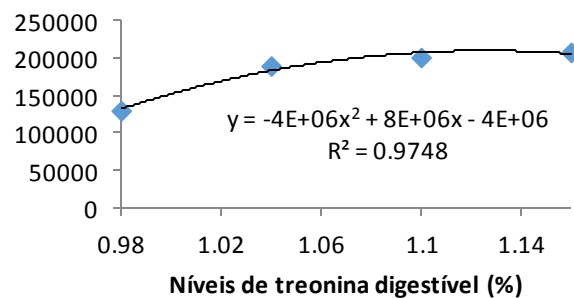


Figura 12. Área das vilosidades do duodeno em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

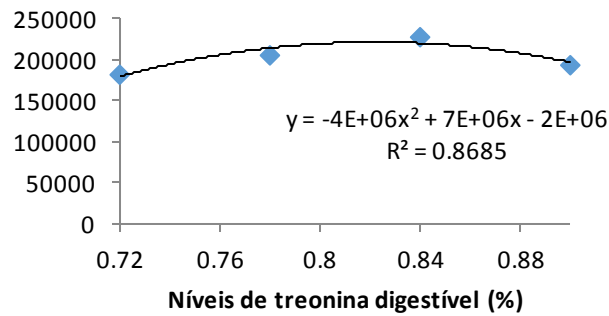


Figura 13. Área das vilosidades do duodeno em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

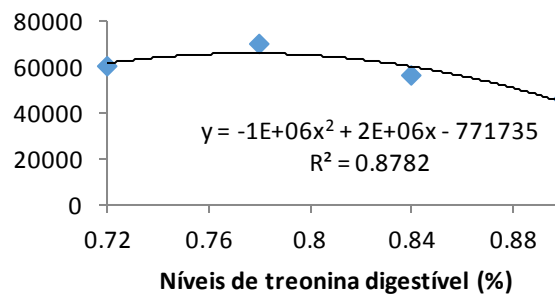


Figura 14. Área das vilosidades do íleo em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

A inclusão de diferentes níveis de treonina digestível na dieta de codornas de corte mostrou ter efeito interativo ( $p < 0,01$ ) com a altura das vilosidades intestinais, tanto aos 21 quanto aos 42 dias de idade (Tab. 10).

Os ajustamentos quadráticos obtidos mostram um nível mínimo de 1,1% de inclusão de treonina digestível na dieta para a altura das vilosidades duodenais nos animais aos 21 dias de idade (Fig. 10), enquanto para o jejuno obteve-se o modelo linear crescente (Fig. 16), e para o íleo foi obtido um modelo linear decrescente (Fig. 17).

Para a idade de 42 dias, os níveis mínimos obtidos foram 0,76 e 0,8% de inclusão de treonina na dieta para duodeno (Fig. 18) e jejuno (Fig. 19), respectivamente, enquanto para o íleo foi obtido um modelo linear decrescente (Fig. 20).

Tabela 10. Altura de vilosidade intestinal em codornas de corte aos 21 e 42 dias de idade alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível

Porção do intestino ( $\mu\text{m}$ )	Níveis de Treonina digestível (%) aos 21 dias				Nível	Nível
	0,98	1,04	1,1	1,16	Máx	Mín
Duodeno	1094,16	996,44	927,77	969,88		1,1
Jejuno	523,42	535,92	573,24	571,21		
Íleo	536,63	497,37	454,63	435,47		
<b>Efeitos</b>						
Treonina (T)	**	**	**	**		
Porção do intestino (P)	**	**	**	**		
TXP	**	**	**	**		
Porção do intestino ( $\mu\text{m}$ )	Níveis de Treonina digestível (%) aos 42 dias				Nível	Nível
	0,72	0,78	0,84	0,9	Máx	Mín
Duodeno	964,91	987	941,79	905,61		0,76
Jejuno	597,49	457,27	574,11	576,57		0,8
Íleo	460,61	468,69	431,8	435,43		
<b>Efeitos</b>						
Treonina (T)	*	*	*	*		
Porção do intestino (P)	**	**	**	**		
TXP	**	**	**	**		

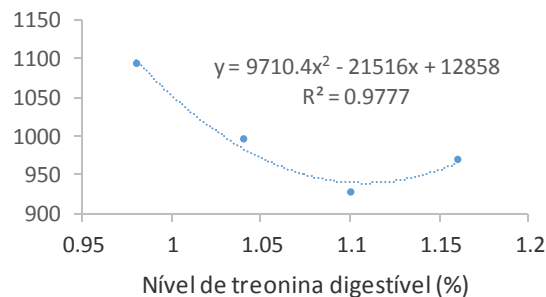
\*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ 

Figura 15. Altura das vilosidades do duodeno em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

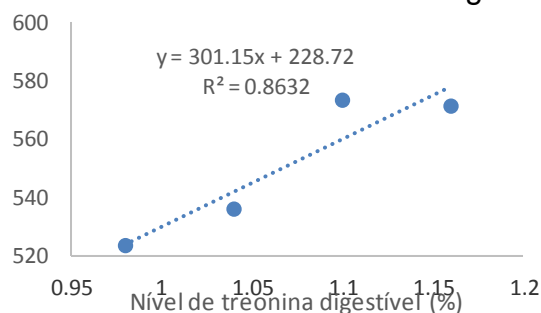


Figura 16. Altura das vilosidades do jejuno em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

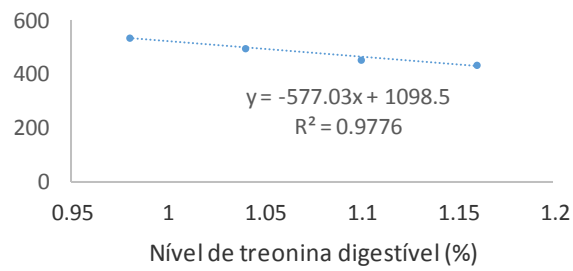


Figura 17. Altura das vilosidades do íleo em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina

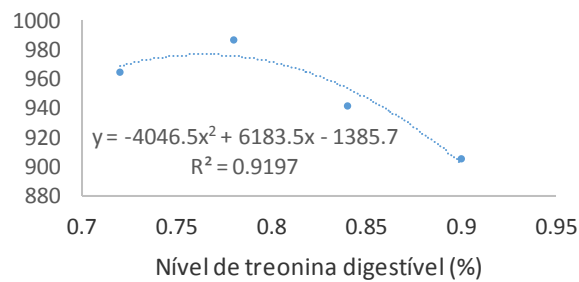


Figura 18. Altura das vilosidades do duodeno em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

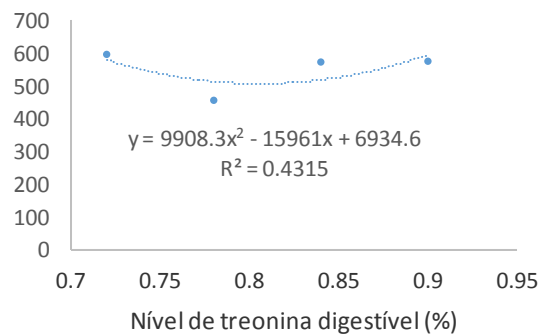


Figura 19. Altura das vilosidades do jejuno em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

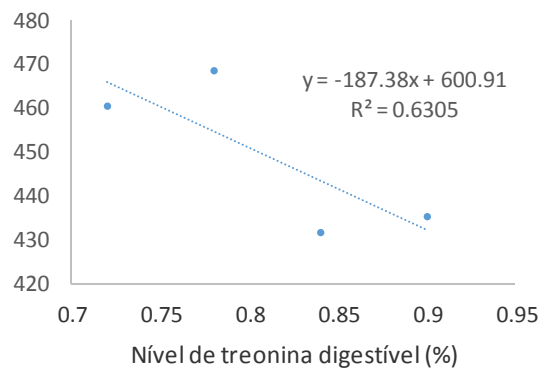


Figura 20. Altura das vilosidades do íleo em codornas de corte aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

No presente estudo, os níveis de treonina digestível de 0,76% para duodeno e 0,8% para jejuno determinaram altura de vilosidade mais baixas, aos 42 dias de idade. Em estudo de Moghaddam (2013) foi obtido aumento na altura das vilosidades ( $p < 0,05$ ) com a inclusão de 0,87% de treonina digestível na dieta; enquanto em pesquisa de Neto (2010) foram obtidos como resultados de morfometria intestinal a influência do nível de treonina sobre as vilosidades intestinais de pintainhos na fase pré-inicial, e o nível de 0,791%, com relações treonina:lisina de 0,65% e treonina:glicina de 0,38% foram suficientes para maximizar os parâmetros de morfometria intestinal estudados.

No presente estudo para a fase inicial em codornas de corte o valor de inclusão de treonina digestível requerida na dieta foi de 1,1%.

A altura de vilosidades intestinais é um indicativo da capacidade absorptiva da mucosa intestinal, pois quanto maior é a altura do vilão, maior é a área de contato dos enterócitos com o alimento, o que facilita a absorção de nutrientes (MACARI; MAIORKA, 2000).

Em estudo de Ton (2010) foi estimado a exigência nutricional de treonina digestível para codornas de corte em dois diferentes períodos (1 a 14 dias) e (15 a 35 dias) em relação a morfometria do intestino delgado. No período de 1 a 14 dias foi evidenciado que o desenvolvimento da morfometria do intestino delgado de codornas de corte é significativamente dependente de pelo menos 1,13% de treonina digestível na dieta, resultando em um aumento na superfície de absorção (TON, 2010).

Aos 35 de idade foi evidenciado que a altura do vilo do íleo apresentou aumento linear ( $p < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de treonina na dieta (TON, 2013); resultado que difere do presente estudo, no qual foi evidenciado modelo linear decrescente para o íleo em codornas de corte aos 42 dias de idade. Em trabalho de Zaefarian et al. (2008) foi observado aumento linear na altura de vilo do íleo em função do aumento dos níveis de treonina digestível, dados que também são diferentes do presente trabalho, no qual foi evidenciado modelo linear decrescente.

Segundo Rutz (2002) no duodeno a hidrólise dos aminoácidos ainda está incompleta, sendo a absorção neste segmento mínima, as aves possuem grandes quantidades de carreadores de membrana que estão localizados no íleo, fazendo com que este segmento se torne o principal sitio de absorção de aminoácidos.

A profundidade da cripta intestinal em codornas de corte aos 21 dias não sofreu efeito de interação dos níveis de treonina digestível aplicados na dieta e a porção do intestino. (Tab. 11) Entretanto houve efeito dos níveis de treonina nesta variável, segundo os níveis de inclusão de treonina digestível na dieta para cada porção do intestino estudada ( $p < 0,01$ ). Foram observadas as maiores profundidades de cripta intestinal no duodeno e íleo (Fig. 22) nos níveis de máxima inclusão de 1,03 e 1,06% respectivamente e para o jejuno (Fig. 21) um nível de mínima inclusão de 1,1% de treonina digestível na dieta.

Já para a profundidade da cripta intestinal aos 42 dias foi observada interação ( $p < 0,01$ ) entre níveis de inclusão de treonina digestível na dieta e porção do intestino delgado estudado, para duodeno e jejuno foram obtidos valores de mínima inclusão de 0,79 e 0,88% respectivamente e para o íleo um nível de máxima inclusão de 0,80% de treonina digestível na dieta (Tab. 11).



Tabela 11. Profundidade da cripta intestinal em codornas de corte aos 21 e 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível

Níveis de Treonina digestível (%) aos 21 dias						
Porção do intestino ( $\mu m$ )	0,98	1,04	1,1	1,16	Nível Máx	Nível Mín
Duodeno	141,248	158,347	133,955	126,289	1,03	
Jejuno	143,879	132,419	124,066	131,251		1,1
Íleo	121,294	139,052	128,108	119,062	1,06	
Tratamento	135,474	143,273	128,71	125,534		
Efeitos						
Treonina (T)	**	**	**	**		
Porção do intestino (P)	**	**	**	**		
TxP	NS	NS	NS	NS		
Níveis de Treonina digestível (%) aos 42 dias						
Porção do intestino ( $\mu m$ )	0,72	0,78	0,84	0,9	Nível Máx	Nível Mín
Duodeno	133,48	116,76	138,13	130,11		0,79
Jejuno	96,15	93,949	82,953	87,186		0,88
Íleo	36,229	69,771	36,425	39,576	0,8	
Efeitos						
Treonina (T)	NS	NS	NS	NS		
Porção do intestino (P)	**	**	**	**		
TxP	**	**	**	**		

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$

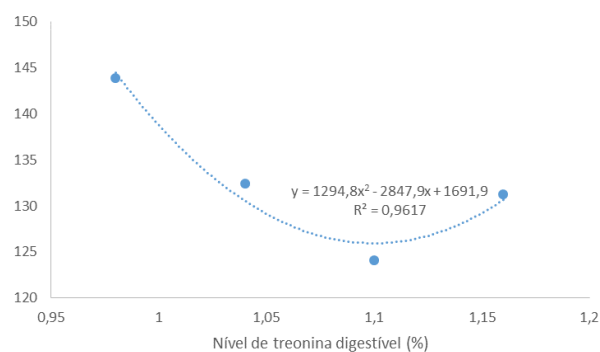


Figura 21. Profundidade da cripta no jejuno em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

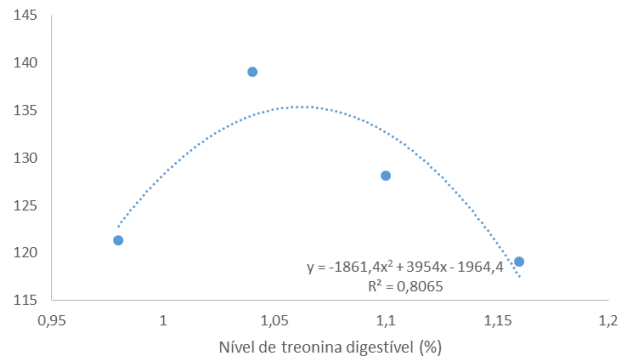


Figura 22. Profundidade da cripta no íleo em codornas de corte aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

Zaefarian et al. (2008), verificaram aumento linear na profundidade de cripta do duodeno, jejuno e íleo em função do aumento dos níveis de treonina digestível na ração. Dados diferentes do presente estudo, já que na fase inicial não foi encontrado aumento linear, mas sim efeito quadrático na profundidade de cripta nas diferentes partes do intestino delgado.

Em estudo de Ton (2010), para o período de 15 a 35 dias, a profundidade de cripta do íleo de codornas de corte não apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de treonina digestível na dieta, dados que se diferenciam do presente estudo, no qual foi apresentado efeito altamente significativo para o íleo ( $p < 0,01$ ). Ainda no mesmo estudo, a profundidade de cripta do duodeno e jejuno foram influenciadas de forma quadrática ( $p > 0,05$ ) pelo aumento dos níveis de treonina digestível na dieta, a estimativa para maior e menor profundidade de cripta do duodeno foram obtidos com dietas contendo 1,19 e 1,09% de treonina digestível na ração, respectivamente.

No presente estudo foram encontrados valores de nível mínimo de inclusão de treonina digestível na dieta para uma menor profundidade de cripta de 0,79 e 0,88% para duodeno e jejuno, respectivamente. O maior valor de profundidade de cripta indica maior atividade de proliferação celular garantindo adequada taxa de renovação do epitélio, compensando as perdas nas extremidades das vilosidades (PLUSKE et al., 1997). Um aumento na profundidade da cripta na mucosa intestinal pode indicar uma acelerada taxa de renovação dos vilos (LOPES et al., 2011).

Ao analisar a relação altura de vilosidade x profundidade de cripta nas porções intestinais duodeno, jejuno e íleo de codornas de corte aos 21 dias de idade, os dados mostraram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a interação tratamento (T) x porção do intestino (Tab. 12). Neste sentido, o nível mínimo de 1,07% de inclusão de treonina acarretou uma à relação vilo/cripta do duodeno, e nível mínimo de 1,09% de inclusão de treonina no íleo.

Segundo Ton (2010) estudando a relação vilo/cripta em codornas aos 14 dias de idade alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível na dieta, não foram encontrados efeitos ( $p > 0,05$ ) para a relação vilo/cripta do duodeno e íleo das aves, dados diferentes do presente estudo, em que foram encontrados efeitos ( $p < 0,05$ ) para os três segmentos do intestino.

Já para o jejuno em trabalho de Ton (2010) foi apresentado um efeito quadrático ( $p < 0,05$ ), estimando-se menor relação com o nível de 1,29% de treonina na dieta, no presente estudo foi obtido efeito linear crescente para o jejuno.

Em pesquisa de Neto (2010) foi obtido uma melhor relação vilo/cripta no duodeno, com a inclusão de 0,650% de treonina na dieta. No presente estudo, o melhor nível de inclusão de treonina para melhores resultados de vilo/cripta em codornas de corte na fase inicial no duodeno foi um nível mínimo de 1,07%.

Tabela 12. Relação altura de vilosidade x profundidade de cripta em codornas aos 21 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível

Porção do intestino ( $\mu\text{m}$ )	Níveis de Treonina (%)				Nível	Nível
	0,98	1,04	1,1	1,16	Máx	Mín
Duodeno	7,81	7,27	6,92	7,85		1,07
Jejuno	3,47	4,14	4,25	4,77		
Íleo	4,50	3,71	3,61	3,80		1,09
<b>Efeitos</b>						
Treonina (T)	*	*	*	*		
Porção do intestino (P)	**	**	**	**		
TXP	**	**	**	**		

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$

Foi observado comportamento quadrático sobre a relação vilo/cripta para duodeno (Fig. 23) e íleo (Fig. 25) e linear crescente sobre a relação vilo/cripta para o jejuno (Fig. 24).

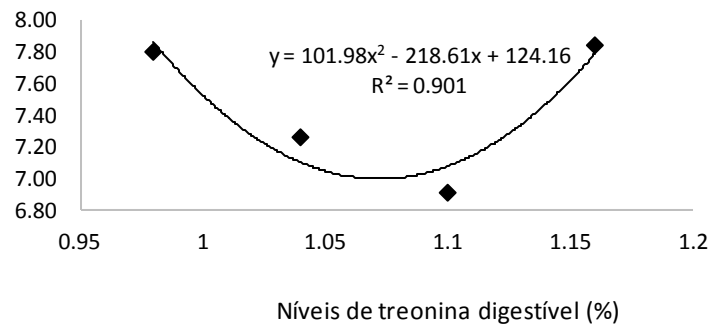


Figura 23. Relação vilo:cripta no duodeno em codornas de corte aos 21 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível

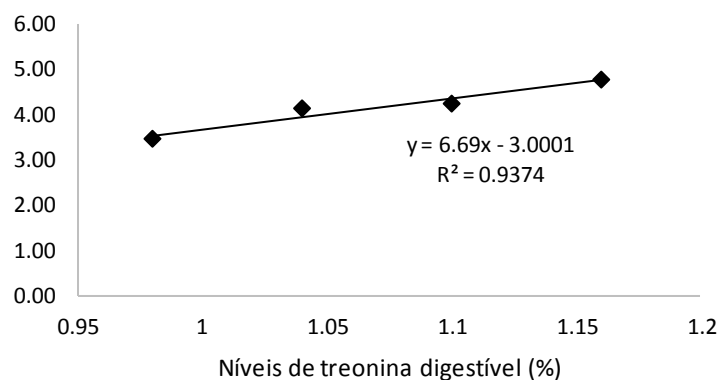


Figura 24. Relação vilo:cripta no jejuno em codornas de corte aos 21 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível

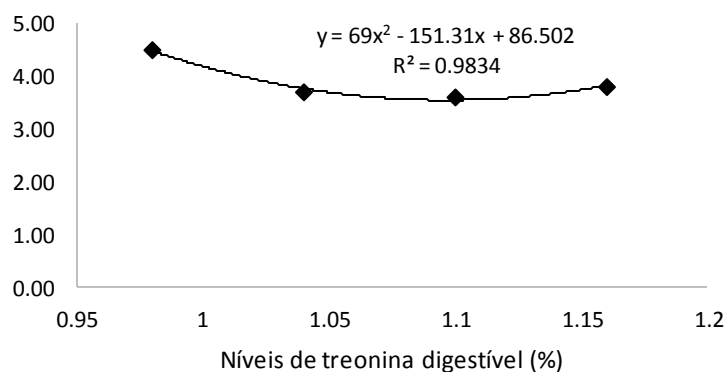


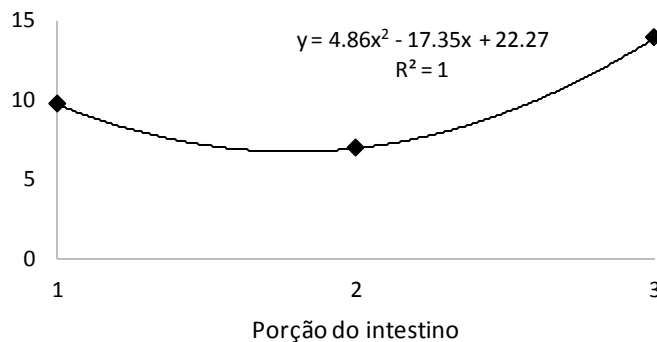
Figura 25. Relação vilo:cripta no íleo em codornas de corte aos 21 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível

Já para o estudo da relação vilo/cripta aos 42 dias, foi observado efeito apenas para a porção do intestino (Tab. 13), tendo uma maior relação vilo/cripta no íleo (Fig. 26). Nesta porção, foi observado comportamento quadrático sobre a porção do intestino, com o  $R^2 = 1$ .

Tabela 13. Relação altura de vilosidade x profundidade de cripta em codornas aos 42 dias de idade alimentadas com níveis de treonina digestível

	Porção do intestino ( $\mu\text{m}$ )	Relação vilo:cripta
Duodeno		9,78
Jejuno		7,01
Íleo		13,96
<b>Efeitos</b>		
Treonina (T)		NS
Porção do intestino (P)		**
TXP		NS

\*\*  $p < 0,01$



\*Porção do intestino: 1.Duodeno; 2.Jejuno; 3.Íleo

Figura 26. Relação vilo:cripta no duodeno, jejuno e íleo em codornas de corte aos 42 dias de idade

Maior comprimento das vilosidades intestinais em relação com a profundidade de cripta está correlacionado com a melhora na saúde intestinal, proporcionando melhor uniformidade e integridade da mucosa, além de proporcionar maior absorção de nutrientes, devido ao aumento da superfície de absorção (SANTIN et al., 2001; BAURHOO et al., 2007).

No presente estudo para morfometria intestinal foram obtidos diferentes níveis de treonina que mostraram efeito para as diferentes partes do intestino delgado, obtendo-se alguns melhores resultados para morfometria intestinal com o nível de inclusão de treonina digestível recomendado por Silva et al (2009) nas duas idades estudadas.

## 5 Conclusões

No estudo da alometria da carcaça a inclusão de 0,72% de treonina digestível foi evidenciado efeito para peito em codornas de corte para ambos os sexos.

Aos 21 e aos 42 dias de idade, a suplementação de 1,04 e 0,78% respectivamente de treonina digestível na dieta das codornas de corte promoveu melhores resultados para morfometria intestinal. No entanto, para obtenção de maior área de vilosidade intestinal foi necessário 1,13 a 1,16% de treonina digestível na dieta de codornas aos 21 dias de idade.

A melhor inclusão de treonina digestível para maior comprimento do intestino delgado em codornas de corte, aos 21 dias de idade, foi de 1,07%.

## 6 Referências

AMBROZINI, BJERRUM, L., PERDERSEN, A.B., ENGBERG, R.M. The influence of whole wheat feeding on Salmonella infection and gut flora composition in broilers. *Avian Dis*, 49:9-15. 2005.

APTEKMANN, K. P.; BARALDI-ARTONI, S. M.; STEFANINI, M. A.; ORSI, M. A. Morphometric analysis of the intestine of domestic quails (*Coturnix coturnix japonica*) treated with different levels of dietary calcium. *Anatomia, Histologia, y Embryologia*, v.30, n. 5, p. 277-280, 2001.

ARRUDA, A.M.V; FERNANDES, R.T.V; SILVA, J.M.da et al. Avaliação morfo-histológica da mucosa intestinal de coelhos alimentados com diferentes níveis e fontes de fibra. *Revista Caatinga*, v.21, n.2, 2008.

ATENCIO, A., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências de treonina para frangos de corte machos nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.33, n.4, p.880-893, 2004.

BAYLAN, M; CANOGULLARI, S; AYASAN,T. et al. Dietary Threonine Supplementation for Improving Growth Performance and Edible Carcass Parts in Japanese Quails, *Coturnix coturnix Japonica*. **International Journal of Poultry Science**. 5(7), p. 635-638. 2006.

BAKER,D.H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions: efficiency and priority considerations. **Poultry Science**. Savoy, v. 70, p. 1797-1805, 1991.

BAURHOO, B.; PHILLIP, L.; RUIZ-FERIA, C. A. Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 86, n. 6, p. 1070-1078, 2007.

BAUMGARTNER, J. Japanese quail production, breeding and genetics. **World's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 50, n. 3, p. 227-235, 1994.

BERRES, J. Relações crescentes entre treonina e lisina digestível a partir de L-Treonina ou farelo de soja para frangos de corte. 2006, 146p. **Dissertação** - (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BERG, R.T., ANDERSEN, B.B., LIBORIUSSEN, T. Growth of bovine tissues. 1. Genetic influence on growth patterns muscle, fat and bone in young bull. **Animal Production**.,26(3):245-258. 1978.

BOARO, M.R.F, Morfofisiologia do Trato Intestinal. In: **Conferência APINCO** 2009. FACTA, Porto Alegre, 262-274, 2009.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: Macari, M.; Furlan, R.L.; Gonzales, E. editores. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep;p.75-96. 2002.

BURACZEWSKA, L.; SWIECH, E.; LE BELLEGO, L. 2006. Nitrogen retention and growth performance of 25 to 50 kg pigs fed diets of two protein levels and different ratios of digestible threonine to lysine. **J. Anim. Feed. Sci.** 15:25-36.

BURRIN, D.G.; STOLL, B.; JIANG, R.; CHANG, X.; HARTMANN, B.; HOLST, J.J.; GREELEY JR, G.H.; REEDS, P.J. Minimal enteral nutrient requirements for intestinal growth in neonatal piglets: how much is enough? **Am J Clin Nutr.**; 71:1603–10, 2001.

CAMPOS, D. M. B.; F. FILHO, D. E.; TORRES, K. A. A. et al. Desenvolvimento da mucosa intestinal e a substituição do milho por sorgo na dieta de pintainhos de corte. *Revista de Ciências Veterinárias*, v. 5, p. 44-48, 2007.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROSS, R.F.; REINHART, G.A.; WHITMOYER, R.E. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *Journal of animal science*, v.66, n. 2, p. 574-584, 1988.

CHERRY, J.A.; SIEGEL, P.B. Selection for body weight of age. Feed passage and intestinal size of normal and dwarf chicken. **Poultry Science**, 57 (2): 336-340, 1978.

CHIQUEIRI, J.; SOARES, R.T.R.N.; HURTADO NERY, V.L. et al. Bioquímica sanguínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.2, p. 97-104, 2007.

CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A. et al. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. **The Journal of Applied Poultry Science**, v.16, p.574-582, 2007.

DAVIS, A. T. & AUSTIC, R. E. Threonine imbalance and the threonine requirement of the chicken. *Journal of Nutrition*, v. 112, p. 2170-2176, 1982.

DE BLAS, C.; GARCIA, A.I.; CARABAÑO, R. Necesidades de treonina en animales monogástricos. **XVI Curso de Especialización – Avances en Nutrición y Alimentación Animal**. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal: FEDNA. P.1-24, 2000.

DENBOW, M.D. **STURKIE'S AVIAN PHYSIOLOGY**. GASTROINTESTINAL ANATOMY AND PHYSIOLOGY, p.299-322, Fifth edition, 2000.

DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; FARIA, D.E. et al. Exigências de triptofano e padrão de recuperação do desempenho de poedeiras comerciais após alimentação com rações deficientes em triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1324-1330, 2007.

D'MELO, J.P.F. **Amino acids in animal nutrition**. 2nd ed., CABI Publishing, Wallingford, 2003. 546p.



DIONELLO, N.J.L.; CORREA, G.S.S.; SILVA, M.A. et al. Estimativas da trajetória genética do crescimento de codornas de corte utilizando modelos de regressão aleatória. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.454-460, 2008.

DOZIER III, W.A.; MORAN Jr; E.T; KIDD, M.T. Male and female responses to low and adequate dietary threonine on nitrogen and energy balance. *Poultry Science*. Champaign, v.80, p.926-930, 2001.

FAURE, M.; CHONE´, F.; METTRAUX, C.; GODIN, J.P.; BE´CHEREAU, F.; VUICHOUD, J.; PAPET, I.; BREUILLE´, D.; OBLED, C. Threonine utilization for synthesis of acute phase proteins, intestinal proteins, and mucins is increased during Sepsis in rats. **Journal of Nutrition**, v. 137, p. 1802-1807, 2007.

FERNANDEZ, S.R; AOYAGI,S; HAN,Y. et al. Limiting order of amino acid in corn and soyben meal cereal for growth of the chick. *Poultry Science*. Champaign, v.73, p. 1887-1896. 1994.

FERREIRA, M.A. Desempenho, exigências nutricionais e eficiência de utilização de energia metabolizável para ganho de peso de bovinos F1. Simental x Nelore. Viçosa, MG: UFV. 1997. 97p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

FULLER, M. F. Amino acid requirements for maintenance body protein accretion and reproduction in pigs. in: *Amino Acids in Farm Animal Nutrition*. CAB International, Wallingford, UK, p. 155–184, 1994.

FURUSHO-GARCIA, E.F; PÉREZ, R.O; BONAGURIO, S. Estudo alométrico dos cortes de cordeiros Santa Inês puros e cruzas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, 2006.

GARCIA, E.A. Codornas para produção de carne. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA – Novos conceitos aplicados à produção de codornas, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/NECTA, 2002, p.97-108.

GRACIA, M. I.; ARANIBAR, M. J.; LAZARO, R.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G.  $\alpha$ -Amylase supplementation of broiler diets based on corn. *Poultry Science*, v. 82 (3), p. 436-442, 2003.

GOMIDE JR., M. L; STERZO, E. V.; MACARI, M.; BOLELI, I. C. Use of scanning electron microscopy for the evaluation of intestinal epithelium integrity. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1500-1505, 2004.

GOVAERTS T., ROOM G., BUYSE J. et al. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 2. Effects on allometric growth and growth hormone secretion. **British poultry science** v.41 p:355-362, 2000.

GUSHIN, W. W.; KROIK, L. I.; NANOS, W. R. CIS quail industry is developing successfully. **World Poultry**, Surrey, v. 8, n. 6, p. 43, 1992.

HODGKISS, J. P. (1986). The unmyelinated fibre spectrum of the main trunk and side branches of the intestinal nerve in the chicken (*Gallus gallus* var. *domesticus*). *J. Anat.* **148**, 99–110.

HUXLEY, J.S. **Problems of relative growth**. Methuen. London. 276p. 1932.

ITO, N.M.K. Fisiologia do Sistema Gastroenterico. In: Patologia do Sistema Gastroenterico. Editado por Elanco Saude Animal. p.9-52, 1997.

JONES, J. E.; HUGHES, B. L.; HALE, K. K. Coturnix D1 carcass yield. **Poultry Science**, Champaign, v. 58, p. 1647-1648, 1979.

KADIM, I. T.; MOUGHAN, P. J.; RAVINDRAN, V. Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken – comparison of ileal and excreta digestibility values. *British Poultry Science*, v. 44, p. 588-597, 2002.

KIDD, M.T., KERR, B.J. L-threonine for poultry: A review. **The journal of Applied Poultry Research**, v.5, n.4, p.358-367, 1996.

KIDD, M.T. Nutritional considerations concerning threonine in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.56, p.139-151, 2000.

KIDD, M.T.; ZUMWALT, C.D.; CHAMBLEE, D.W. et al. Broiler growth and carcass responses to diets containing L-threonine versus diets containing threonine from intact protein sources. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v.11, n.1, p.83-89, 2002.

KIDD, M.T.; HACKENHAAR, L. Dietary threonine for broilers: dietary interactions and feed additive supplement use. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.1, n.5, 6p. 2006.

KIDD, M.T.; ZUMWALT, C.D.; CHAMBLEE, D.W. et al. Broiler growth and carcass responses to diets containing L-threonine versus diets containing threonine from intact protein sources. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v.11, n.1, p.83-89, 2002.

KISIELINSKI, K.; WILLIS, S.; PRESCHER, A. *et al.* A simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. *Clin. Exp. Med.*, v.2, p.131-135, 2002.

LAW, G.; ADJIRI-AWERE, A.; PENCHARZ, P.B. et al. Gut: Mucins in Piglets are dependant upon dietary threonine. *Advances in Pork Production* 11[10]. 2000. Abstract.

LILIJAH, C.; SPERBER, I.; MARKS, H. L. Postnatal growth and organ development in Japanese quail selected for high growth rate. **Growth**, Hulls Cove, 49 (2): 51-62, 1985.

LENNINGER, L. A. **Bioquimica**. 2a ed. Barcelona, Espanha: ed. Omega/S.A., 1991.

LEESON, S. & SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4th ed. University Books, Guelph, Ontario, Canada. 2001.

LE BELLEGO, L.; RELANDEAU C.; VAN CAUWENBERGHE, S. **Threonine: a key nutrient for the gut.** Ajinomoto Eurolysine Information, n.26, p.14-17, 2002 (Ajinomoto animal nutrition).

LODDI, M.M. (1998). Aspectos produtivos e qualitativos com o uso de probióticos para frangos de corte. 59f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LOPES, C.da.C; RABELLO, C.B; SILVA, V.A.da; et al. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum. Animal Sciences.** Maringá, v. 33, n. 1, p. 33-40, 2011.

MACARI, M. Fisiologia do Sistema Digestivo das Aves (I). Aves e Ovos, 08/09, 2-20, 1999.

MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte.** 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

MACARI M, MAIORKA A. Função gastrintestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas; 2000; Campinas, São Paulo, Brasil. v.2. p. 161-174.

MANDAL, A.B.; KAUR, S.; JOHRI, A.K. et al. Response of growing Japanese quails to dietary concentration of L-threonine. **Journal of the Science and Food and Agriculture**, v. 86, p.793-798, 2006.

MARTINS, R.R.C; OLIVEIRA, N.M.; OSORIO, J.C.S. Efeito da interação genótipo x sistema nutricional sobre a composição regional e tecidual. **Ciência Animal Brasileira.** v.9, n.1, p. 110-119, 2008.

MARZZOCO, A., TORRES, B.B. **Bioquímica básica.** Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 360p. 1999.

MATEOS, G. G.; GONZALES-ALVARADO, J. M.; LAZARO, R. Facing the realities of poultry health and performance without antibiotics in Europe. **Proceedings of International Feed Industry Symposium**, Lexington, USA, p.69-79, 2004.

MELCHIOR, D.; LE BELLEGO, L.; RELANDEAU, C. Impact of the withdrawal of antimicrobial growth promoters and health status on the amino acid requirement of the pig. Ajinomoto Eurolysine. Technical Information 29, 1-12, 2006.

MOUGHAN, P.J., FULLER, M.F. Modelling Amino Acid Metabolism and the Estimation of Amino Acid Requirements. In: D'Mello, J.P.F. **Amino Acids in animal nutrition.** 2.ed. Wallingford: CAB International, 2003, p.411-426.

MOGHADDAM HS, 2013. The effect of threonine and vitamin A on intestinal histology of broiler chickens. Res. Opin. Anim. Vet. Sci., 3(11), 417-419.

MULLER, L., PRIMO, A.T. Influencia do regime alimentar no crescimento e terminação de bovinos e na qualidade da carcaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 21(4):445- 452, 1986.

MURAKAMI, A.E.; GARCIA, L.M.S.; GARCIA, E.R.M. Composição e características organolépticas da carne de codornas. I Simpósio Internacional de Coturnicultura. 2008. **Anais...** Florianópolis, SC. p 22-31. 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. 1984. Nutrient requerimento of poultry. 8.rev.ed. Washington: National academy Press. 71p.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger - Principles of Biochemistry. 4th ed., Freeman and Company, New York, 2005.

NETO, R da.C.L. Níveis de treonina, glicina+serina e suas relações para pintos de corte. **Tese de doutorado**. Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal do Pernambuco e Universidade Federal do Ceará. 121p. Areia-Paraíba. 2010.

NITSAN, Z.; DUNNUNGTON E.; SIEGEL P. Organ growth and digestive enzyme levels to 15 days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**, v. 70, p. 2040-2048, 1991.

OBST, B. S. & DIAMOND, J. Ontogenesis of intestinal nutrient transport in domestic chickens (*Gallus gallus*) and its relation to growth. *Auk*, v. 109; p. 451–464, 1992.

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A. et al. Avaliação sensorial de carne de codornas para cortes, abatidas aos 35, 56 e 77 dias de idade, **Veterinária e Zootecnia**. v.12, n.1/2, 61-68.2005.

OLIVEIRA, N. M.; OSORIO, J. C. S.; MONTEIRO, E.M. Produção de carne em ovinos de cinco genótipos:4. Composição regional e tecidual. **Ciência Rural**, v. 28,n. 1, p. 125-129, 1998.

OLIVEIRA, M.C.; MARQUES, R.H.; GRAVENA, R.A.; MORAES, V.M.B. Morfometria do intestino delgado de frangos tratados com dietas adicionadas de mananoligossacarídeo e complexo enzimático. *Biotemas*, v. 21 (3), p. 135-142, set.2008.

OJANO-DIRAIN, C.P., WALDROUP,P.W. Evaluation of lysine, methionine and threonine needs of broilers three to six week of age under moderate temperature stress. **International Journal of Poultry Science**. v.1, p.17-21, 2002.

OSÓRIO, J.C; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, M.T. et al. Produção de carne ovina, alternativa para o Rio Grande do Sul. Pelotas : **Editora Universitária/UFPel**, 1998. 166p.

OSÓRIO, J.C.S; SIEWERDT, F; OSÓRIO, M.T.M. Desenvolvimento alométrico das regiões corporais em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n.2, p.326-333, 1995.

OSORIO, J. C. da S.; OSORIO, M. T. M.; OLIVEIRA, N.M. de; SIEWERDT, L. Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças. Pelotas: **Editora e Gráfica Universitária– UFPEL**, 195 p, 2002.

PEREIRA, J. C. C. Melhoramento genético aplicado a produção animal. 3. ed. Belo Horizonte: **FEPMVZ Editora**, 555 p, 2001.

PLUSKE, J.R; HAMPSON, D.J; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v.51, i-1-3, p. 215-236, 1997.

POPHAL, S. Características de crescimento de dois cruzamentos de frangos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de lisina na primeira semana de vida. **Tese de doutorado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 146p. Porto Alegre. Maio de 2004.

RANGEL-LUGO, M., SU, C.L., AUSTIC, R.E. Threonine requerimento and threonine imbalance in broiler chicks. **Poultry Science**. Champaign, v.73, p.670-681, 1994.

REIS, J.S; NUNES, A.P; DIONELLO, N.J.L et al. Análise biométrica do intestino de codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de treonina. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 36, Ed. 223, Art. 1481, 2012.

REIS, J.S; DIONELLO, N.J.L; ROLL, A.A.P et al. Desenvolvimento alométrico em uma nova linhagem de codornas para corte. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 17, Ed. 204, Art. 1367, 2012.

ROBBINS, K.R. Threonine requeriment of the chick as affected by protein level and source. **Poultry Science**. Champaign, v.66,p.1531-1534, 1987.

ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A et al. 1992. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. **Tabelas brasileiras**. Viçosa, MG, Imprensa Universitária, 63p.

ROTA, E.L; OSORIO, M.T.M; OSORIO, J.C.S. Desenvolvimento dos componentes do peso vivo, composição regional e tecidual em cordeiros da raça crioula. **Revista Brasileira de Agrociência**. v. 8, n. 2, p. 133-137, mai-ago, 2002.

RUTZ, F. Metabolismo intermediário. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; CECON, P.R. et al. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1848-4853, 2007.

SANTIN E.; MAIORKA, A.; MACARI, M.; GRECCO, M.; SANCHEZ, J. C.; OKADA, T. M.; MYASAKA, M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal Applied Poultry Research**. v. 10, n. 3, p. 236-244, 2001.

SANTOMÁ, G. Necesidades proteicas de las gallinas ponedoras. In: BEORLEGUE, C., MATEOS, G. G nutrition y alimentación de gallinas ponedoras. **Anais...Madri: Mundi-Prensa**, 1991. P.71-114.

SANTOS, T.A.B.; JORGE, A.M; ANDRIGHETTO, C. Crescimento relativo e composição do ganho de tecidos na carcaça de bubalinos Mediterrâneo jovens abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p.361-365, 2009.

SAS – INSTITUTE. **User's guide: statistics**. Cary, NC, 2008.

SEVE, B. (1994) INRA Prod. Anim. 7, 275.

SILVA, M.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências nutricionais em metionina + cistina para frangos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.357-363, 1997.

SILVA, L.F.da; PIRES, C.C; SILVA, J.H.S.da. et al. Crescimento de cordeiros abatidos com diferentes pesos. Osso, músculo e gordura da carcaça e de seus cortes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.4, p.671-675.2000.

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

SAMADI; LIEBERT,F. Modeling of threonine requerimento em fast-growing chickens, depending on age, sex, protein deposition and dietary threonine efficiency. **Poultry Science**. Champaing, v.85, n.11, p. 1961-1968, 2006.

SANTOS, C.L.dos; PEREZ, J.R.O; SIQUEIRA, E.R. Crescimento alométrico dos Tecidos Ósseo, Muscular e Adiposo na Carcaça de Cordeiros Santa Inês e Bergamacia. **Revista brasileira de Zootecnia**. V.30 n.2 p.493-498, 2001.

SANUDO, C. Calidad d ela canal y de la carne en El ternasco aragones. Zaragoza,1980. 337p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) Universidade de Zaragoza.

SANTOS, T.A.B.; JORGE, A.M; ANDRIGHETTO, C. Crescimento relativo e composição do ganho de tecidos na carcaça de bubalinos Mediterrâneo jovens abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.2, p.361-365, 2009.

SAS – INSTITUTE. **User's guide: statistics**. Cary, NC 2008.

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

SKLAN, D. 2004. Development of digestive and absorptive functions in the intestine of poultry. Proceedings of World's Poultry Congress, Istambul, Turquia, CD-Rom.

SOARES, R da. T.R.N; ALBINO, L.F.T; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de treonina para pintos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.122-126, 1999a.

SOARES, R da. T.R.N; ALBINO, L.F.T; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de treonina para pintos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.127-131, 1999b.

STOLL, B.; HENRY, J.; REEDS, P. J.; HUNG, Y.; JAHOOOR, F.; BURRIN, D. G. Catabolism dominates the first-pass intestinal metabolism of dietary essential amino acids in milk protein-fed piglets. *Journal of Nutrition*, v. 128, p. 606-614, 1998.

SOUSA, M.B.S; OLIVEIRA, M.C.O; FRANCISCO, M.S. Avaliação sensorial de almondegas produzidas com carne de codorna mecanicamente separada e diferentes concentrações de proteínas texturizada de soja. III JORNADA NACIONAL DA AGROINDUSTRIA. **Anais...** Bananeiras, 2008.

TENENHOUSE, H.S.; DEUTSCH, H.F. Some physical-chemical properties of chicken gamma-globulins and their pepsin and papain digestion products. *Immunochemistry*, v.3, p.11-20, 1966.

TON, A.P.S. Exigência de treonina e triptofano disponível para codornas de corte. **Tese de doutorado**. Universidade Estadual do Maringá, 109p, Paraná, 2010.

TON, A.P.S; FURLAN, A.C; MARTINS, E.N et al. Exigência de treonina digestível para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. v.65, n.2, p.505-512, 2013.

TSERVENI-GOUSHI, A. S.; YANNAKOPOULOS, A. L. Carcass characteristics of japanese quail at 42 days of age. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 27, p. 123-127, 1986.

UMIGI, R, T.; BARRETO, L,T.; DONZELE, J,L. et AL.Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.1868-1874, 2007.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. *Poultry Science*, v. 78 (2), p. 215-222, 1999.

VOHRA, P., ROUSBUSH, T. The effect of various levels of dietary protein on the growth and egg production of *Coturnix coturnix japonica*. **Poult. Sci.**, Savoy, v.50, n.5, p.1081-1084. 1971.

WINTER, E.M.W.; ALMEIDA, M.I.M.; OLIVEIRA, E.G. et al. Aplicação do método Bayesiano na estimação de correlações genéticas e fenotípicas de peso em codornas de corte em várias idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1684-1690,2006 (supl.).

WINKELSTROTER, L.K; SILVA, M.T.P; PIRES, A.V. et al. Crescimento alométrico dos cortes do genótipo comercial de frangos de corte: Hubbard. XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. ES. 2014.

WU,G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. **The Journal of Nutrition**, v.128, n.8, p. 1249-1252, 1998.

YAMAUCHI, K.E., ISSHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. *Br. Poultry Sci.*, 32:67-78, 1991.

YRIE, S.B.; BERTOLO, R.F.P.; MÖHN S.; PENCHARZ, P.B.; SAUER, W.; BALL, R.O. Threonine requirement and availability are affected by feeds that stimulate gut mucin. *Advances in Pork Production*, v.12, abstract 23, 2001.

ZAEFARIAN, F.; ZAGHARI, M.; SHIVAZAD, M. The threonine requirements and its effects on growth performance and gut morphology of broiler chicken fed different levels of protein. **International Journal of Poultry Science**, v.7, n.12, p.1207-1215, 2008.